

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“AUTOMATIZACION DEL TABLERO DE
TRANSFERENCIA PARA ASEGURAR LA
CONTINUIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO EN JAÉN
GAS, 2024”**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRISISTA**

**Autores: Bach. Jhimmer Fernando Cubas Vargas
Bach. José Antonio Montenegro Fernández**

Asesor: Dr. Edwin Carlos Lenin Félix Poicon

Línea de investigación:

Automatización y control.

**JAÉN – PERÚ
2024**

Jhimmer Fernando Cubas Vargas; José Antonio Mo...

AUTOMATIZACION DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA PARA ASEGURAR LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO EN ...

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3208093079

79 Páginas

Fecha de entrega

7 abr 2025, 9:12 a.m. GMT-5

14.020 Palabras

Fecha de descarga

7 abr 2025, 9:18 a.m. GMT-5

81.795 Caracteres

Nombre de archivo

ANTONIO_MONTENEGRO_FERNANDEZ_-_JHIMMER_FERNANDO_CUBAS_VARGAS.pdf

Tamaño de archivo

3.4 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN



Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

4% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Small Matches (less than 15 words)

Top Sources

- 4%  Internet sources
- 0%  Publications
- 3%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

1 Integrity Flag for Review

-  **Replaced Characters**
36 suspect characters on 13 pages
Letters are swapped with similar characters from another alphabet.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día lunes 11 de marzo del 2025, siendo las 17:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. José Gerardo Saavedra Carrasco
Secretario : Mg. Marco Luis Pérez Silva
Vocal : Mg. Juan Antonio Labrín Romero

Para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- () Trabajo de Investigación
(X) Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"AUTOMATIZACION DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA PARA ASEGURAR LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO EN JAÉN GAS, 2024"**.

Presentado por los bachilleres: **Jhimmer Fernando Cubas Vargas y José Antonio Montenegro Fernández**, de la Escuela Profesional de INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | (17) |
| c) Bueno | 14, 15 | () |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

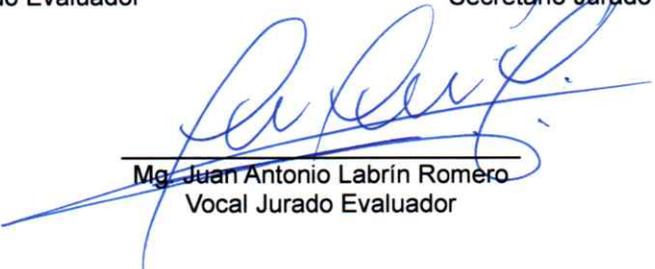
Siendo las 18:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando con la suscripción de la presente.



Dr. José Gerardo Saavedra Carrasco
Presidente Jurado Evaluador



Mg. Marco Luis Pérez Silva
Secretario Jurado Evaluador



Mg. Juan Antonio Labrín Romero
Vocal Jurado Evaluador

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Jhimmer Fernando Cubas Vargas, con DNI, N° 71785024, Bachiller de la facultad de ingeniería mecánica eléctrica y José Antonio Montenegro Fernández, con DNI, N° 72365816 , Bachiller de la facultad de ingeniería mecánica eléctrica, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo de investigación titulado: **“AUTOMATIZACION DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA PARA ASEGURAR LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO ELECTRICO EN JAEN GAS, 2024”** Cuya autoría es el resultado de nuestro esfuerzo, sacrificio y dedicación. El mismo que fue revisado por nuestro asesor, **DR. Edwin Carlos Lenin Félix Poicon**, quien dio la conformidad considerando matriz de desarrollo que exige la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica.

Dejo constancia que en el supuesto que incurra en el incumplimiento de la originalidad de trabajo de investigación, o en el caso de incurrir en el plagio parcial o total del mismo soy consciente en los efectos que produzcan dicho incumplimiento.

Me ratifico en lo expresado y en señal de conformidad firmo la presente declaración jurada en la provincia de Jaén, 18 de marzo del 2025. En forma conjunta con mi asesor.



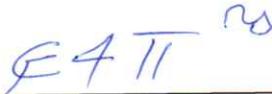
Bach. Jhimmer Fernando Cubas Vargas

DNI: 71785024



Bach. José Antonio Montenegro Fernández

DNI: 72365816



Dr. Edwin Lenin Carlos Félix Poicon

DNI: 21870431

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE ANEXOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Justificación.....	2
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos.....	4
1.3 Antecedentes de la investigación.....	4
1.3.1 Antecedentes internacionales.....	4
1.3.2 Antecedentes nacionales.....	6
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
2.1. Población, muestra y muestreo.....	7
2.1.1. Población.....	7
2.1.2. Muestra.....	7
2.2. Materiales.....	7
2.3. Métodos.....	8
2.3.1. Tipo de investigación.....	8
2.3.2. Nivel de Investigación.....	8
2.3.3. El enfoque de la investigación.....	9
2.3.4. Diseño de la investigación.....	9
2.4. Técnicas de recolección de datos.....	9
2.5. Procedimiento.....	10
2.6. Bases teóricas.....	12
2.6.1. Sistema de transferencia automática.....	12
2.6.2. Automatización.....	13
2.6.3. Grupo electrógeno.....	13
2.6.4. Evaluación económica.....	14
III. RESULTADOS.....	16
3.1. Dimensionamiento del sistema de transferencia automática.....	16

3.2.	Seleccionar la mejor tecnología en automatización para el óptimo funcionamiento del tablero de transferencia automática.	22
3.3.	Determinar la viabilidad económica para el diseño de un tablero de transferencia.	47
IV.	DISCUSIÓN	53
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1.	Conclusiones	58
5.2.	Recomendaciones	59
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
VI.	ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Ficha técnica del grupo electrógeno	14
Tabla 2	Especificaciones técnicas de la llave de fuerza tetrapolar Chin Electric.....	22
Tabla 3	Especificaciones técnicas de la llave de fuerza tetrapolar ABB.....	23
Tabla 4	Especificaciones técnicas del conmutador tetrapolar Lovato.....	24
Tabla 5	Comparación de modelos de Llave de fuerza y conmutador tetrapolar	24
Tabla 6	Especificaciones técnicas del UPS Peptel	26
Tabla 7	Especificaciones técnicas del UPS Energit	27
Tabla 8	Comparación de modelos de UPS	27
Tabla 9	Especificaciones técnicas del PLC Logo Siemens	28
Tabla 10	Especificaciones técnicas del Relé Schenider Electric.....	29
Tabla 11	Comparación de modelos de UPS	30
Tabla 12	Especificaciones técnicas del contactor de fuerza Mitsubishi Electric	31
Tabla 13	Comparación de contactores de fuerza.....	32
Tabla 14	Especificaciones técnicas interruptor termomagnético Bticino.....	34
Tabla 15	Especificaciones técnicas interruptor termomagnético Schneider	34
Tabla 16	Especificaciones técnicas interruptor termomagnético ABB	35
Tabla 17	Comparación de interruptores termomagnéticos.....	35
Tabla 18	Especificaciones técnicas Contactor de mando Schneider Electric.....	37
Tabla 19	Especificaciones técnicas Contactor de mando Chint	37
Tabla 20	Comparación de contactores de mando	38
Tabla 21	Especificaciones técnicas del conductor INDECO	39
Tabla 22	Accesorios adicionales para el montaje.....	39
Tabla 23	Materiales del tablero de transferencia.....	47
Tabla 24	Costo total de inversión	48
Tabla 25	Ingresos mensuales en un año	49
Tabla 26	Egresos mensuales en un año	50
Tabla 27	Análisis económico	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Método de la investigación	12
Figura 2 Grupo electrógeno trifásico 24 kW	13
Figura 3 Llave de fuerza Chin Electric.....	22
Figura 4 Llave de fuerza ABB.....	23
Figura 5 Conmutador tetrapolar Lovato	24
Figura 6 UPS 1 kVA Peptel	26
Figura 7 UPS 1 kVA ENERGIT	27
Figura 8 PLC Logo Siemens	28
Figura 9 Relé Zelio Schneider-Electric	29
Figura 10 Contactor Mitsubishi Electric	31
Figura 11 Contactor Mangao.....	32
Figura 12 Especificaciones técnicas del contactor de fuerza Mangao	32
Figura 13 Interruptor termomagnético Bticino.....	33
Figura 14 Interruptor termomagnético Schneider Electric	34
Figura 15 Interruptor termomagnético ABB	35
Figura 16 Contactor de mando Schneider Electric	36
Figura 17 Contactor de mando Chint	37
Figura 18 Cable INDECO FREETOX NH-80	39
Figura 19 Esquema del Tablero de Transferencia Automática	41
Figura 20 Diagrama de control del Tablero de Transferencia Automática	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica Llave de fuerza ABB	64
Anexo 2. Ficha técnica UPS Energit	66
Anexo 3. Ficha técnica PLC Siemens Logo.....	67
Anexo 4. Ficha técnica Contactor de Fuerza Mitsubishi Electric S-T100	68
Anexo 5. Ficha técnica Interruptor termomagnético ABB SH2020-C10	69
Anexo 6. Ficha técnica contactor de mando Chint NC1-1810.....	71
Anexo 7. Ficha Técnica cable Indeco Freetox NH-80	73

RESUMEN

La tesis de investigación busca la forma de automatizar el cambio entre la red pública y el grupo electrógeno, que actualmente se acciona de forma manual, de esta forma se busca mejorar la eficiencia y garantizar un suministro eléctrico continuo. Los objetivos son dimensionar el sistema, seleccionar la tecnología más adecuada y evaluar su viabilidad económica del sistema que se propone. El problema principal es la poca eficiencia y los riesgos asociados al proceso manual, que pueden causar demoras e interrupciones súbitas en el sistema eléctrico. La metodología es mixta (cuantitativo-cualitativo) y consistió en calcular la potencia instalada (41,323 W), la corriente de diseño (58.369 A), selección de componentes como llaves de fuerza ABB, UPS Energit y PLC Siemens, y realizar un análisis económico. Los resultados evidencian que la propuesta es viable, con una TIR del 21%, un VAN positivo de S/. 8,079.21, y un período de retorno de 4.64 años. Además, se concluye que la automatización mejora la capacidad operativa, reduce los tiempos de respuesta, asegura un suministro eléctrico constante y disminuye los riesgos asociados a la manipulación manual. Finalmente, se recomienda un programa de mantenimiento preventivo y capacitación al personal, para asegurar un funcionamiento óptimo del sistema eléctrico.

Palabras clave: Automatización; Tablero de Transferencia; Electricidad Industrial.

ABSTRACT

This research thesis seeks to automate the switch between the public grid and the generator set, which is currently operated manually, thereby improving efficiency and ensuring a continuous power supply. The objectives are to size the system, select the most appropriate technology, and evaluate the economic viability of the proposed system. The main problem is the low efficiency and risks associated with the manual process, which can cause delays and sudden interruptions in the electrical system. The methodology is mixed (quantitative-qualitative) and consisted of calculating the installed power (41,323 W), the design current (58.369 A), selecting components such as ABB breaker switches, Energit UPS, and Siemens PLCs, and performing an economic analysis. The results show that the proposal is viable, with an TIR of 21%, a positive VAN of S/. 8,079.21, and a payback period of 4.64 years. Furthermore, it is concluded that automation improves operational capacity, reduces response times, ensures a constant power supply, and reduces the risks associated with manual handling. Finally, a preventive maintenance program and personnel training are recommended to ensure optimal operation of the electrical system.

Keywords: Automation; Transfer Switchboard; Industrial Electricity.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, la gestión eficiente de la energía eléctrica es una preocupación global. La falta de sistemas automatizados resalta en la necesidad de soluciones estandarizadas y eficientes a nivel mundial, lleva a una serie de problemas como la propensión a fallas humanas, un elevado riesgo de interrupciones del servicio eléctrico, dificultad para llegar con los estándares de calidad de servicio, etc. La necesidad constante de que las personas realicen tareas complejas e intensivas llevó a los desarrolladores de software a crear el software de automatización que se utiliza actualmente (Barrios y Montoya,2020).

Un sistema efectivo, una estructura replicable a gran escala que es práctica y fácil de implementar durante el proceso de fabricación, instalación y uso final. Necesitamos un sistema que, independientemente de la ubicación o incluso de los medios financieros disponibles, pueda implementarse fácilmente y proporcionar energía de forma directa, ya que el consumo de energía global para diferentes usos es tan extendido en todo el mundo (Verdaguer y Velázquez, 2012).

A nivel nacional, en Perú, la falta de inversión en infraestructura eléctrica ha provocado una sobrecarga en las redes de distribución y transmisión. Como resultado, hay más interrupciones en el suministro eléctrico, lo que tiene un impacto directo en la calidad de la energía eléctrica. También hay un problema relacionado con la falta de mantenimiento en las redes eléctricas, lo que resulta en una mayor cantidad de fallas en el sistema. Además, la falta de capacitación y capacitación de los empleados del sector eléctrico contribuye a los problemas de calidad de la energía eléctrica (Martínez, 2021). La eficiencia energética, que incluye el ahorro de energía a nivel residencial, industrial y municipal, es crucial para alcanzar los objetivos nacionales de energía y cambio climático establecidos por naciones de todo el mundo. Para cumplir con los compromisos nacionales sobre el cambio climático, la eficiencia energética sigue siendo la opción más económica. Como resultado, la eficiencia energética se denomina con frecuencia "el primer combustible", es decir, el recurso que debe usarse primero que cualquier otra alternativa energética (Hernández et al., 2021).

A nivel local, la falta de Sistema de Transferencia Automática (STA) de energía eléctrica en empresas y entidades llevan a interrupciones en el suministro

eléctrico durante cortes en la red pública. Esto no solo afecta la operación eficiente de las instalaciones, sino que también puede tener repercusiones en la continuidad de servicios esenciales, resaltando la necesidad de optimizar la operación mediante un tablero de transferencia automática (Horna y Díaz, 2019).

En la actualidad, el proceso de cambio de energía en Jaén Gas se realiza de manera manual, lo que conlleva a inconvenientes operativos, demoras y posibles interrupciones en el suministro eléctrico. La necesidad de una optimización se evidencia en la falta de eficiencia y en la dependencia de la intervención humana para realizar la transición entre la red pública y el grupo electrógeno. Este escenario no solo afecta la continuidad del servicio, sino que también implica riesgos potenciales, destacando la importancia de buscar soluciones automatizadas que mejoren la confiabilidad y eficacia del sistema de transferencia de energía en Jaén Gas. Una parada inesperada, debido al disparo de una protección eléctrica, puede suponer un gran coste para la instalación, afectando directamente a los indicadores de rendimiento y proceso. La correcta instalación de equipos de protección diferencial asegura tanto la protección de las personas como la continuidad de servicio en instalaciones industriales, evitando decrementos en los índices de productividad y pérdidas económicas debido a paradas productivas.

Desde el punto de vista de la problemática mencionada se genera la siguiente interrogante:

¿Cómo automatizar el tablero de transferencia que asegure la continuidad del servicio eléctrico en Jaén Gas, 2024?

1.1 Justificación

La implementación de un STA de energía en Jaén Gas se justifica por diversos motivos fundamentales. En primer lugar, el actual proceso manual presenta limitaciones en términos de eficiencia operativa, ya que está sujeto a posibles errores humanos y demoras en la respuesta ante cambios en el suministro eléctrico.

Además, la dependencia de una intervención manual para realizar la transición entre la red pública y el grupo electrógeno no solo implica un riesgo

potencial para la continuidad del servicio, sino que también puede generar costos adicionales asociados a interrupciones no planificadas y posibles daños a equipos sensibles

La automatización del sistema de transferencia ofrecerá ventajas significativas, tales como la mejora en la confiabilidad del suministro eléctrico, la reducción de tiempos de respuesta ante cortes de energía, y la optimización de los recursos disponibles. Asimismo, contribuirá a minimizar los riesgos operativos y garantizará un funcionamiento más eficiente y seguro de las instalaciones de Jaén Gas. En este contexto, el diseño de un tablero de transferencia automática representa una solución estratégica para modernizar y fortalecer la infraestructura energética de la empresa, asegurando un servicio continuo y de calidad para sus operaciones.

1.1.1 Justificación económica

En el aspecto económico, se justifica debido que existe el ahorro en recurso humano ya que la implementación de un sistema automático de transferencia puede reducir los costos de mantenimiento al minimizar el tiempo de inactividad entre el cambio de la red pública al grupo electrógeno, a ello se le agregan los costos de mano de obra para realizar el mantenimiento, mejorando así la eficiencia y la disponibilidad del suministro eléctrico. Además, la optimización del consumo permite una gestión más eficiente de la energía, asegurando que el grupo electrógeno se active solo cuando sea necesario, lo que podría traducirse en ahorros significativos en combustible.

1.1.2 Justificación ambiental

En el aspecto ambiental, se reducen las emisiones ya que la automatización puede contribuir a la reducción de emisiones al minimizar el tiempo de operación del grupo electrógeno y, por ende, ayudar en tiempos de arranque, gestión de carga y sincronización de la red principal, esto lleva a disminuir la emisión de gases contaminantes asociados al uso de combustibles fósiles. Incluso, la gestión más precisa de la generación eléctrica puede mejorar la eficiencia general del sistema, reduciendo la huella de carbono y promoviendo prácticas más sostenibles.

1.1.3 Justificación social

En el aspecto social se mejora la calidad de servicio puesto que la implementación de un sistema automático podría garantizar una transición más rápida y confiable entre la red pública y el generador, asegurando la continuidad del suministro eléctrico y evitando interrupciones que podrían afectar a la comunidad. Inclusive, la automatización disminuye la intervención del recurso humano, reduciendo posibles errores y garantizando una respuesta rápida y precisa en situaciones críticas.

1.1.4 Justificación técnica

Técnicamente, la automatización del tablero de transferencia puede optimizar los procesos de conmutación entre la red pública y el grupo electrógeno, asegurando una transición suave y minimizando los riesgos asociados a intervenciones manuales, asimismo la optimización que se genera en los procesos. La implementación de soluciones tecnológicas modernas permitirá la integración de sistemas avanzados de monitoreo, control y gestión, facilitando el mantenimiento predictivo y mejorando la fiabilidad del sistema.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Automatizar un tablero de transferencia que permita la continuidad del servicio eléctrico en Jaén Gas, 2024.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Dimensionar el sistema de transferencia automática.
- Seleccionar la mejor tecnología en automatización para el óptimo funcionamiento del tablero de transferencia automática.
- Determinar la viabilidad económica para el diseño de un tablero de transferencia.

1.3 Antecedentes de la investigación

1.3.1 Antecedentes internacionales

Según Shabtai y Shimanovich (2021) en su artículo desarrollado en Israel propone un método novedoso para la programación automatizada de Obras

Mecánicas y Eléctricas, utilizando datos BIM para una planificación detallada y precisa. Los resultados del estudio ofrecen una mayor precisión en la planificación, optimización del cronograma, viabilidad práctica de la ejecución del cronograma debido al método propuesto, asegura que las actividades mecánicas y eléctricas se programen de manera realista y factible. Logra concluir que por medio de este método se puede automatizar y controlar trabajos de obra mecánicas y eléctricas.

El aporte significativo para el presente proyecto es la propuesta de métodos para la programación automatizada en obras eléctricas, asimismo usa la metodología BIM para comparar diferentes sistemas o dibujos CAD.

Hartono et al. (2020), la investigación se centra en el desarrollo de un sistema de monitoreo en línea para generadores, crucial cuando estos actúan como fuente principal de energía en operaciones de campo en Indonesia. Las conclusiones mencionan que al utilizar la plataforma IoT ThingSpeak, el sistema registra datos históricos de parámetros como nivel de combustible, temperatura del motor y energía total generada. Estos datos permiten análisis fuera de línea de la condición del generador y determinación del tiempo hasta el próximo mantenimiento. Llego a la conclusión de que por medio de la plataforma LOT, de pues monitorear la línea del funcionamiento de generadores.

Aporta en la investigación maneras de monitorear en tiempo real los parámetros claves que identifican problemas potenciales antes de convertirse en fallas.

Según Barrios y Montoya (2020) en su estudio busca diseñar un sistema de control automático y monitoreo para GE de hasta 30 kW en Colombia. Usando la plataforma Arduino, se simularon y dimensionaron las funciones de transferencia y control, el sistema de monitoreo de variables como temperatura y voltaje. Concluyendo que el sistema permite el encendido y apagado remoto a través de una página web, aunque se identificó un retraso de un minuto treinta y cinco segundos en la visualización de variables y el control remoto durante las pruebas. El aporte viene respecto a la reducción de costos, la plataforma Arduino desarrolla el sistema de control y monitoreo que hace a la implementación más accesible.

1.3.2 Antecedentes nacionales

Carrión (2019) se enfoca en diseñar un STA de energía eléctrica supervisado por SCADA para enfrentar fallos en la red principal, garantizando el funcionamiento ininterrumpido de las máquinas extrusoras de plástico en una planta industrial. La interfaz de la unidad de mando, a través de HMI y SCADA, permite la visualización y evaluación de señales para la conmutación automática de la energía mediante el PLC. El SCADA supervisa en tiempo real, logrando el autoabastecimiento eléctrico hasta la restauración de la red principal.

Brinda información del sistema de transferencia de energía para continuidad operativa, optimización de recursos y supervisión en tiempo real.

Según Martínez (2021) nos dice que: El proyecto "Diseño e implementación de tableros eléctricos para abastecimiento de agua" busca controlar eficientemente dicho proceso en una empresa de equipos de refrigeración. Se han desarrollado dos tableros eléctricos con PLC y variador de frecuencia, seleccionados según las necesidades del sistema de bombeo. En conclusión, al automatizar los tableros se logró gestionar los sensores, actuadores y controladores, mejorando la eficiencia del suministro de agua en las instalaciones.

Beneficios que nos pueden ser útiles en el proyecto es el uso de la eficiencia operativa, fiabilidad del sistema al ser enfocados según las demandas del proceso incluyendo sistemas de protección y de accionamiento.

Horna y Díaz (2019), la investigación presenta el desarrollo de un prototipo automatizado con control PID y HMI para monitorear y controlar la temperatura en el proceso de conchado de chocolate en Industrias Sol Norteño E.I.R.L. en Jaén. El diseño conceptual identificó los factores de influencia en la temperatura, seguido por el desarrollo electromecánico con un enfoque en la Raspberry Pi. Las pruebas experimentales y ajustes de constantes condujeron a un prototipo funcional con un error de control PID menor a ± 2 °C.

Brinda como aporte el uso del osciloscopio como método de prueba de control, tomando en cuenta las variaciones de frecuencia, además inclusión al software de codificación Arduino como programa de automatización.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Población, muestra y muestreo

2.1.1. Población

Es el conjunto de todos los casos que tengas similitud en una lista de especificaciones las cuales serán objeto de estudio de la investigación (Hernández y Mendoza, 2020). De acuerdo a lo mencionado, para la presente investigación, la población se encuentra representada por diversos sistemas eléctricos similares como son los grupos electrógenos, tableros de distribución ya sea en baja o media tensión, en otras empresas o instalaciones que enfrentan desafíos similares.

2.1.2. Muestra

Es un subgrupo de la población de interés el cual debe de ser representativo de la población, esta se selecciona para participar en el estudio (Hernández y Mendoza, 2020). En el contexto del diseño del tablero de transferencia automática para Jaén Gas, la muestra consiste en datos específicos y características relevantes de los sistemas eléctricos presentes en Jaén Gas que se utilizarían para desarrollar y probar el tablero.

2.2. Materiales

El diseño de un tablero de transferencia automática implica el uso de diversos materiales y componentes eléctricos para asegurar su correcto funcionamiento. Aquí hay una lista general de los materiales que podrías necesitar:

- **Tablero de Control Eléctrico:** Panel eléctrico para alojar los componentes.
- **Controlador Lógico Programable (PLC):** Dispositivo electrónico para la lógica de control.
- **Interruptores de Transferencia Automática:** Para realizar la conmutación entre la red pública y el grupo electrógeno.
- **Sensores:** Sensores de voltaje, corriente y frecuencia para monitorear la red eléctrica.
- **Sistema de Monitoreo (HMI):** Interfaz humano-máquina para la supervisión y control.

- **Relés y Contactores:** Para el control de circuitos y la activación del grupo electrógeno.
- **Disyuntores:** Para la protección contra cortocircuitos y sobrecargas.
- **Transformadores de Corriente y Potencia:** Para medir corriente y voltaje.
- **Cableado y Conectores:**
Cableado eléctrico adecuado para la conexión de componentes.
- **Fusibles:**
Para protección adicional.
- **Grupo Electrónico:**
Si no está presente, podría requerir un generador eléctrico.
- **Dispositivos de Comunicación:**
Para permitir la monitorización remota si es necesario.
- **Software SCADA:**
Brinda la automatización al sistema
- **Encuesta:**
Para formular las preguntas al personal
- **Entrevista:**
Para obtener información brindada por el personal a partir de preguntas formuladas.

2.3. Métodos

2.3.1. Tipo de investigación

La investigación será de tipo aplicada puesto que se enfocará en los conocimientos eléctricos y de automatización con la finalidad de proponer una alternativa de solución respecto a la problemática identificada. Para Castro et al., (2022) refieren que este tipo de investigación aplicada tiene como objetivo resolver problemáticas o necesidades específicas en situaciones concretas.

2.3.2. Nivel de Investigación

La investigación es descriptiva, exactamente lo que su nombre implica, proporcionar una descripción detallada de una característica relacionada con el estudio, como características demográficas, un fenómeno particular, etc. Dicho de

otra manera, el énfasis está en retratar de manera precisa y completa los hechos observables, sin intentar establecer vínculos causales (Guevara et al., 2020).

2.3.3. El enfoque de la investigación

La base teórica de la investigación cualitativa, cuyo objetivo es comprender eventos sociales y culturales a través del procesamiento sensorial y afectivo, es lo que distingue al enfoque cualitativo. Sin embargo, la investigación cualitativa también se puede utilizar por razones especializadas que incluyen diagnóstico, entrevistas y revisión de documentos. Sus objetivos pueden ser descriptivos (socioculturales), antropológicos o históricos (Alegre y Kwan, 2021).

2.3.4. Diseño de la investigación

La investigación será no experimental, según Cortez, (2020) menciona que este tipo de investigación se basa fundamentalmente en la observación meticulosa de los fenómenos tal y como ocurren en su contexto natural. En este caso se realizarán cálculos de los parámetros para el TTA para posteriormente diseñar por lo cual no se manipularán las variables.

2.4. Técnicas de recolección de datos

- a. Análisis documental:** se realizará una búsqueda de documentos relacionados con el tema de estudio seleccionando documentos, clasificándolos, extrayendo información relevante y realizando su análisis y síntesis. Según Ortega (2023) refiere que esta técnica se encarga de recopilar y seleccionar información mediante una lectura de documentos como revistas, libros, tesis previas, entre otros.
- b. Observación directa:** se usará como técnica para recolectar información de manera directa y sin intermediarios, esta consiste en la observación de fenómenos, comportamiento o eventos en su entorno natural. Esta técnica se basa en observar fenómenos, hechos, casos, situaciones, etc., con la finalidad de adquirir una información requerida para la investigación (Ortega, 2023).
- c. Entrevista:** Este método es de naturaleza mecánica porque el entrevistado tiene la intención de proporcionar respuestas que coincidan con el patrón predeterminado; autoadministrado porque el entrevistador

brinda orientación sobre cómo responder las preguntas; esto se parece a un cuestionario con guía del investigador. Previamente, el investigador estructura el formulario mediante preguntas predefinidas y ordenadas que permiten unificar criterios. (Ortega, 2023).

2.5. Procedimiento

Según Moreno et al. (2021), la investigación analítica es un método de estudio que utiliza el pensamiento crítico para evaluar la información donde el objetivo es encontrar una solución al problema u obtener cualquier otro resultado que respalde una investigación adicional. Por lo mencionado el estudio es de tipo analítico puesto que inicialmente se realizará la revisión de teorías existentes acerca de los sistemas de transferencia automática y parámetros eléctricos que serán aplicados en el desarrollo de la investigación a partir de ellos se hará uso de la técnica del análisis documental aplicando como instrumento la guía de análisis documental y la información recolectada por parte de la entrevista realizada al personal de la empresa; además es necesario realizar las pruebas correspondientes de tensión y corriente, y recolectar la información acerca de la demanda eléctrica y equipos críticos; y así evaluar las necesidades energéticas de la empresa Jaén Gas lo cual permite dimensionar de manera correcta el sistema de transferencia automática. Para el diseño se debe tener en cuenta los estándares de diseño junto a la normativa vigente en el país. Luego de ello, se seleccionarán los componentes y tecnologías que cumplan con la seguridad y confiabilidad para el tablero de transferencia automática, en seguida se realizará el diseño considerando tanto el hardware como el software y para ello se hará uso de herramientas informáticas como es el sistema de control y supervisión SCADA encargado de automatizar los procesos.

Para el desarrollo de la presente investigación, se consideraron las siguientes etapas que permitieron un mejor enfoque de la automatización del tablero:

Etapas 1: Diagnostico preliminar del proyecto; en donde se harán los análisis de incidencias y expectativas de las variables, en este punto se coordinarán los permisos necesarios con la institución para acceder a las instalaciones y hacer las inspecciones visuales y recojo de información. Además, se revisarán teorías

existentes acerca de los sistemas de transferencia automática y parámetros eléctricos que serán aplicados.

Etapas 2: Diagnostico del problema de investigación; luego de realizar las visitas ya programadas a la empresa, se identifica el origen general del problema, analizando sus causas y consecuencias. Determinándose que el suministro eléctrico se realiza de manera manual, lo que conlleva a inconvenientes operativos, demoras y posibles interrupciones en el suministro eléctrico

Etapas 3: Análisis de objetivos; Posteriormente, articular y pronosticar el estado de cosas final que resultará de la resolución del problema por parte del proyecto. Entre los cuales se determinó automatizar el tablero de transferencia para poder obtener de manera continua el acceso al suministro eléctrico.

Etapas 4: Análisis de alternativas; en este aspecto se realizaron los cálculos previos, recolectar la información acerca de la demanda eléctrica y equipos críticos

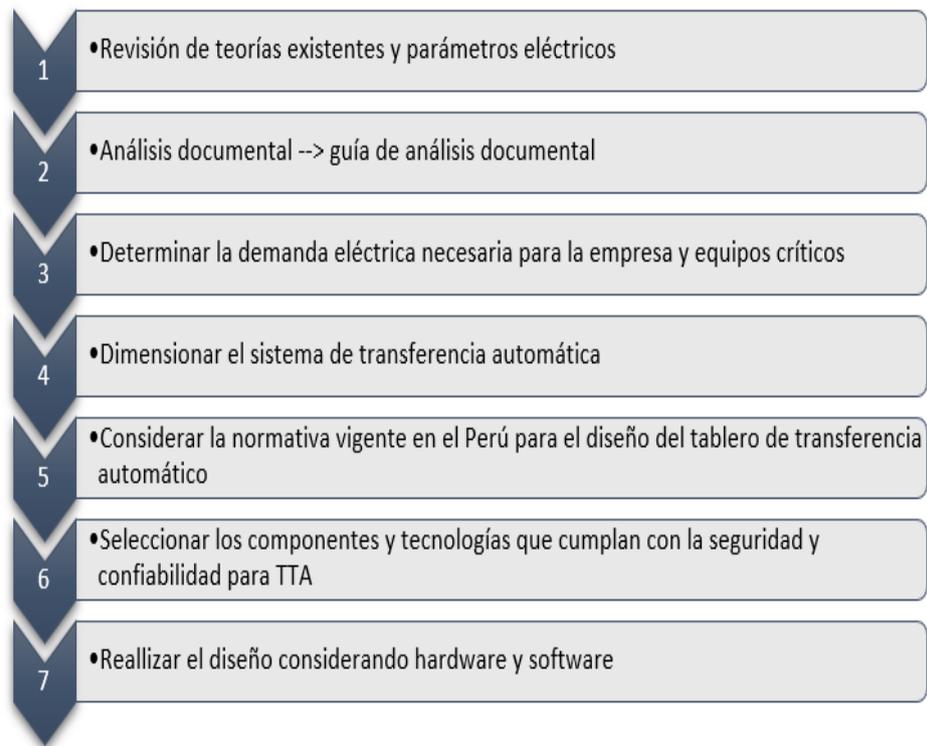
Etapas 5: Estructura analítica del proyecto; para lo cual se optó por el uso del Software de AutoCAD para diseñar el tablero de transferencia. Se realizará la selección, así como la selección de los precios y presupuesto general de la propuesta

Etapas 6: Matriz de marco lógico; donde se puede encontrar un resumen de los componentes críticos del proyecto y simulaciones de automatización anteriores.

Etapas 7: Evaluación intermedia; por último, se puede lograr verificando periódicamente los avances, los costos de la implementación de la automatización y la viabilidad del proyecto.

Figura 1

Método de la investigación



2.6. Bases teóricas

2.6.1. Sistema de transferencia automática

Es un dispositivo que permite el cambio automático entre la fuente principal de energía y una fuente de respaldo, como un generador, cuando se detecta una falla en el suministro eléctrico. Su objetivo es garantizar la continuidad del servicio, activando el generador y transfiriendo la carga en cuestión de segundos sin intervención manual (Ángel y Guin, 2022).

El ATS monitorea constantemente el estado de la red principal y, cuando detecta una pérdida de suministro, realiza el cambio de manera automática. Al restablecerse la energía principal, el sistema revierte la transferencia para restaurar el suministro habitual. Esto es importante en instalaciones críticas donde las interrupciones eléctricas pueden causar daños o pérdidas significativas (Curo, 2021)

2.6.2. Automatización

Este proceso ofrece ventajas a futuro, como la reducción de los costos de producción y una mayor calidad en los productos. También permite que las personas eviten tareas repetitivas, peligrosas o insalubres. Para asegurar que la automatización de cualquier máquina o proceso sea efectiva, es crucial confirmar que su implementación será beneficiosa. Esto se puede prever mediante la simulación de los programas en software aplicados al entorno industrial, lo que facilita demostrar la capacidad de respuesta ante cambios en la producción, tiempos de fabricación y su efecto en la productividad (Alcocer et al., 2020).

2.6.3. Grupo electrógeno

Es un equipo portátil o estacionario, según las necesidades, que opera a través de un motor de combustión interna para hacer funcionar un alternador, el cual genera corriente alterna. Se emplea comúnmente como una fuente de respaldo cuando el suministro eléctrico falla o no está disponible. Para seleccionar el grupo electrógeno adecuado, es esencial conocer la potencia total requerida por los dispositivos que se van a alimentar, así como el tipo de corriente necesaria, ya sea monofásica o trifásica (Urina, 2023).

Figura 2

Grupo electrógeno trifásico 24 kW



Los datos técnicos del grupo electrógeno el cual se activará mediante el sistema de transferencia automática, se presentan a continuación:

Tabla 1*Ficha técnica del grupo electrógeno*

GENERADOR ASÍNCRONO TRIFÁSICO	
Type STC - 24	
NO. QF. 110219025	
Potencia	24 kW
Factor de potencia (Cos ϕ)	0,8
Voltaje	220/380
Corriente	78,7/45,5 A
RPM	1800
Voltaje de excitación	110 V
Corriente de excitación	5,6 A
STANDARD JB/T8981-1999	

2.6.4. Evaluación económica

Se puede realizar una evaluación económica, a partir del cálculo de dos indicadores importantes. El Valor Actual Neto (VAN) es una métrica financiera que se utiliza para evaluar la rentabilidad de una inversión o proyecto. Representa la diferencia entre el valor presente de los flujos de efectivo esperados y el costo inicial de la inversión. Este se calcula descontando los flujos de caja futuros a su valor actual utilizando una tasa de descuento, y luego restando la inversión inicial (Nizama, 2024).

Un VAN positivo indica que la inversión generará más valor del esperado según la tasa de descuento utilizada, lo que sugiere que el proyecto es financieramente viable y rentable. Por el contrario, un VAN negativo sugiere que el proyecto no cubrirá el costo de la inversión y podría no ser rentable (De Freitas, 2021).

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es una herramienta importante en la evaluación económica que permite determinar la rentabilidad de una inversión o proyecto. Se define como el porcentaje de descuento que iguala el VAN de los flujos de caja futuros del proyecto a cero. En otras palabras, la TIR representa la tasa de interés a la que el valor presente de los ingresos futuros esperados es igual

a la inversión inicial. De esta manera, es una medida útil para evaluar la rentabilidad de una inversión al comparar la tasa de retorno proyectada con el costo inicial, lo que facilita la valoración de la viabilidad financiera del proyecto (Charles, Sánchez y Ramírez, 2020).

III. RESULTADOS

3.1. Dimensionamiento del sistema de transferencia automática.

Previamente al dimensionamiento, se tendrá que realizar el cálculo de la potencia instalada y máxima demanda.

DESCRIPCIÓN	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (W)
MOTORES ELÉCTRICOS			
Bomba de envasado	5500	1	5500
Compresor de trasiego	7500	1	7500
Motor de faja transportadora	5500	1	5500
Compresor	2237	2	4474
Cargador de baterías	1500	1	1500
Bomba de pintura	1500	1	1500
Electrobomba	559	1	559
Balanzas de envasado de GLP	500	8	4000
ILUMINACIÓN			
Reflectores	600	8	4800
Plafones	24	10	240
Focos leds	15	6	90
Equipos fluorescentes	36	10	360
OTRAS CARGAS			
Aire acondicionado	3500	1	3500
Refrigeradora	550	1	550
Computadoras	220	5	1100
Televisor	150	1	150
TOTAL			41323

De la tabla anterior, resulta una potencia instalada de 41 323 Watts. Entonces, teniendo en cuenta un factor de demanda de 0.85 y un factor de simultaneidad de 0.70. Tenemos una máxima demanda de:

$$M_D = 0,85 * 0,70 * P_I$$

$$M_D = 0,85 * 0,70 * 41\ 323$$

$$M_D = 24\ 587\ W$$

Para el dimensionamiento del sistema de transferencia automática, se tomaron en cuenta los parámetros específicos del grupo electrógeno que se detallaron previamente.

En este contexto, es esencial determinar la cantidad de corriente eléctrica que necesita la empresa, se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$M_D = \sqrt{3} * U * I * \text{Cos}\varphi$$

Donde:

M_D : Potencia activa en W

I : Corriente de línea (A)

U : Tensión de línea (V)

$\text{Cos}\varphi$: Factor de potencia

Despejando la ecuación, tenemos:

$$I = \frac{M_D}{\sqrt{3} * U * \text{Cos}\varphi}$$

Reemplazando los datos.

$$I = \frac{24\ 587}{\sqrt{3} * 380 * 0,8}$$

$$I = 46,695\ A$$

Para el dimensionamiento, se toma en cuenta la intensidad de diseño, que se calcula sumando un 25% a la intensidad nominal.

$$I_d = 125\% * I$$

$$I_d = 125\% * 46,695$$

$$I_d = 1,25 * 46,695$$

$$I_d = 58,369 A$$

Para el dimensionamiento del cable de fuerza, se empleará la siguiente expresión:

$$S = \frac{\sqrt{3} * I_d * R * L * \text{Cos}\varphi}{\Delta V}$$

Donde:

I_d : Corriente de diseño (A)

R : Resistividad eléctrica, que para el cobre asume un valor de 0,0178 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$

L : Longitud desde el sistema de transferencia automático hasta el grupo electrógeno.

ΔV : Caída de tensión (V). No se debe permitir que la caída de tensión exceda el 3% de la tensión nominal bajo condiciones de máxima intensidad.

Reemplazando en la ecuación, tenemos:

$$S = \frac{\sqrt{3} * (58,369) * (0,0178) * (10) * (0,8)}{(3\% * 380)}$$

$$S = 1,263 \text{ mm}^2$$

De acuerdo a tablas y acercándose al tamaño del conductor más comercial, se elige una sección de 2,5 mm^2 .

Para llevar a cabo un dimensionamiento adecuado, es fundamental no solo considerar los parámetros técnicos, sino también cumplir con las normativas vigentes aplicables. Estas normativas deben tomarse en cuenta para garantizar que el diseño cumpla con los estándares de seguridad, eficiencia y sostenibilidad establecidos, asegurando así que el proyecto sea viable y esté en conformidad con las regulaciones actuales. Estas se detallan a continuación:

3.1.1. Norma UL1008

Es la norma de seguridad para equipos de conmutación de transferencia, para cumplir con los requisitos de rendimiento de UL 1008, el interruptor de transferencia debe demostrar varias capacidades y condiciones específicas, tales como:

- Habilidad para cerrar sobre contactos no verificados del circuito de la fuente de energía opuesta.
- Capacidad para operar mediante cualquier control disponible, ya sea automático o manual
- Asegúrese de que no haya continuidad entre los terminales de las fuentes de energía normal y de respaldo.
- Garantizar que las puertas de las carcasas del interruptor de transferencia permanezcan cerradas.
- Asegurar que los cables permanezcan firmemente conectados a sus orejetas y conectores, sin posibilidad de separación.

3.1.2. Norma IEC 60947-6-1

Los requisitos específicos para los interruptores de transferencia automática (TTA) en instalaciones de baja tensión, de acuerdo a la norma, incluyen varias pruebas constructivas que el tablero debe superar. Estas pruebas son:

- Prueba de rendimiento eléctrico: implica la conexión y desconexión de los conductores bajo una corriente máxima para asegurar el correcto funcionamiento eléctrico.
- Prueba de envejecimiento: la unidad se somete a una temperatura entre 20 y 40°C por encima de lo recomendado por el fabricante mientras opera con la corriente máxima de prueba, evaluando así su durabilidad.
- Verificación de la función de enclavamiento: se realiza para confirmar que el mecanismo de bloqueo funciona adecuadamente, garantizando la seguridad.

- Prueba de robustez del enclavamiento: asegura que la función de enclavamiento permanezca activa incluso si los contactos de una fuente de alimentación no pueden abrirse.
- Verificación del tiempo de transferencia de contacto: se mide el tiempo de transferencia al alimento el circuito de control con un voltaje igual al 100% del valor nominal.
- Prueba de respuesta ante pérdida de tensión: se verifica cómo reacciona el interruptor cuando se interrumpe la alimentación.
- Prueba de límites y características de disparo: se analizan los parámetros de disparo para garantizar un funcionamiento seguro.
- Prueba de aumento de temperatura: el tablero debe operar a su corriente máxima mientras el circuito de control recibe un 110% de la tensión nominal más alta, evaluando la resistencia térmica del sistema.

3.1.3. Norma NFPA 70

Proporciona las siguientes pautas y requisitos para la instalación segura de sistemas eléctricos en edificaciones y estructuras.

- La norma establece que la instalación de equipos eléctricos se realice de manera segura y que el cableado esté protegido contra daños físicos y desgaste.
- Describe los requisitos para el uso de dispositivos de protección como interruptores automáticos y fusibles, para proteger los sistemas contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Especifica cómo deben conectarse a tierra los sistemas eléctricos y los equipos para minimizar el riesgo de choques eléctricos. Incluye requisitos sobre la continuidad de la conexión a tierra y los métodos para proteger a las personas y equipos de fallas a tierra.
- La norma contiene lineamientos específicos para instalaciones eléctricas en áreas peligrosas (zonas con gases inflamables, vapores o polvo combustible).

- Describe el tipo y tamaño de los conductores según su capacidad de corriente y especifique las condiciones de instalación para evitar el sobrecalentamiento. También establece requisitos sobre el uso de canalizaciones y bandejas de cables.
- Indica los requisitos de instalación para TTA, que se utilizan en sistemas de respaldo de energía, asegurando la conmutación segura entre la fuente primaria y la secundaria (como generadores de emergencia).
- Proporciona directrices para la instalación de motores eléctricos y los sistemas de control asociados, incluyendo requisitos para protección contra sobrecargas y métodos de desconexión.
- Instalación en Edificaciones Residenciales y Comerciales: La NFPA 70 abarca las pautas específicas para instalaciones en distintos tipos de edificaciones, como residencias, oficinas, hospitales e instalaciones industriales. Defina las distancias y requisitos de ubicación de enchufes, interruptores y otros dispositivos.
- La norma establece la necesidad de inspecciones periódicas y el mantenimiento de los sistemas eléctricos.

3.1.4. Norma NFPA 110

Establece los requisitos de diseño, instalación y operación para los sistemas de energía de emergencia y de respaldo en situaciones crítica.

- La norma establece tiempos específicos de respuesta para la conmutación de la energía. Para sistemas de Clase 10, por ejemplo, el cambio a la fuente de respaldo debe realizarse en un tiempo no mayor a 10 segundos desde la pérdida de la energía principal.
- Los TTA deben diseñarse para soportar operaciones continuas y deben cumplir con altos estándares de confiabilidad.
- Deben ser capaces de manejar la carga completa requerida por el sistema de emergencia.

- Los TTA deben incorporar protecciones contra fallas, como cortocircuitos o sobrecargas.
- Deben hacerse pruebas periódicas para verificar el funcionamiento y asegurarse de que el sistema responde adecuadamente a una pérdida de energía.

3.2. Seleccionar la mejor tecnología en automatización para el óptimo funcionamiento del tablero de transferencia automática.

3.2.1. Conmutador tetrapolar o Llave de fuerza

Permite alternar la conexión de la carga entre dos fuentes de alimentación diferentes. Se presentan las siguientes opciones:

- **Opción 1**

Figura 3

Llave de fuerza Chin Electric



Tabla 2

Especificaciones técnicas de la llave de fuerza tetrapolar Chin Electric

LLAVE DE FUERZA TETRAPOLAR	
Marca	Chin Electric
Modelo	NM1-250H/4300
N° de polos	4
Corriente nominal	160 A

- **Opción 2**

Figura 4

Llave de fuerza ABB



Tabla 3

Especificaciones técnicas de la llave de fuerza tetrapolar ABB

LLAVE DE FUERZA TETRAPOLAR	
Marca	ABB
Modelo	XT1C 160 TMD 160-160
N° de polos	4
Corriente nominal	160 A
Frecuencia	50/60 Hz

- **Opción 3**

Figura 5

Conmutador tetrapolar Lovato

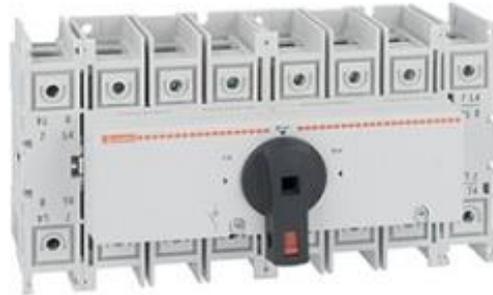


Tabla 4

Especificaciones técnicas del conmutador tetrapolar Lovato

CONMUTADOR TETRAPOLAR	
Marca	LOVATO
Modelo	GA125ET8
N° de polos	4
Corriente nominal	125 A
Frecuencia	50/60 Hz

Para seleccionar el componente más adecuado, se consideran no solo los aspectos técnicos, sino también los económicos. Por esta razón, se ha elaborado una tabla comparativa que analiza estos dos factores, facilitando así la evaluación integral de cada componente en función de su rendimiento y costo.

Tabla 5

Comparación de modelos de Llave de fuerza y conmutador tetrapolar

Componente	Marca	Modelo	Corriente nominal	Frecuencia	Costo
	Chin Electric	NM1-250H/4300	160 A	50/60 Hz	S/. 284.83

Llave de fuerza tetrapolar	ABB	XT1C 160 TMD 160-160	160 A	50/60 Hz	S/. 647.04
Conmutador tetrapolar	Lovato	GA125ET8	125 A	50/60 Hz	S/. 1,263.31

Con respecto a las llaves de fuerza, el precio de la primera opción es significativamente más bajo en comparación con la opción de ABB, lo que permite un ahorro en el presupuesto general del proyecto. Además, tiene una corriente nominal de 160 A, suficiente para el generador de 24 kW, lo que asegura una operación segura. Sin embargo, Chin Electric puede no ser tan reconocido como ABB, lo que podría influir en la percepción de calidad y soporte técnico.

El conmutador tetrapolar, aunque su corriente nominal es de 125 A, puede ser suficiente para un generador de 24 kW, dependiendo de la carga conectada y el uso planificado. Sin embargo, la capacidad de 125 A es inferior a la de las llaves de fuerza tetrapolar, lo que puede ser un inconveniente si se planea una expansión futura o si la carga aumenta.

Por estas razones, y priorizando la calidad y el soporte técnico, se opta por la llave de fuerza tetrapolar ABB XT1C 160 TMD 160-160. Aunque su costo es más alto, su reputación de calidad y el respaldo que ofrece pueden justificar la inversión a largo plazo.

3.2.2. UPS

Para elegir el modelo adecuado de UPS, se presentan las siguientes opciones:

- **Opción 1**

Figura 6

UPS 1 kVA Peptel



Tabla 6

Especificaciones técnicas del UPS Peptel

UPS MONOFÁSICO	
Marca	PEPTEL
Modelo	PT-1K
Cableado de entrada	Monofásico (L + N + PE)
Capacidad	1 kVA
Frecuencia	50/60 Hz

- **Opción 2**

Figura 7

UPS 1 kVA ENERGIT



Tabla 7

Especificaciones técnicas del UPS Energit

UPS MONOFÁSICO	
Marca	ENERGIT
Modelo	EN-PT-1K
Cableado de entrada	Monofásico (L + N + PE)
Capacidad	1 kVA
Frecuencia	50/60 Hz

Como se muestra en las tablas anteriores y tras comparar las fichas técnicas, ambas opciones presentan características iguales. Por lo tanto, la selección se centrará en el aspecto económico, que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 8

Comparación de modelos de UPS

Componente	Marca	Modelo	Capacidad	Frecuencia	Costo
UPS	PEPTEL	PT-1K	1 kVA	50/60 Hz	S/. 1,654.9
	ENERGIT	EN-PT-1K	1 KVA	50/60 Hz	S/. 1,450.0

Al analizar las opciones de UPS presentadas, el ENERGIT EN-PT-1K se destaca como la opción más económica, con un costo de S/. 1,450.00 frente a los S/. 1.654,90 del PEPTEL PT-1K. Ambas unidades tienen la misma capacidad de 1 kVA y funcionan en la misma frecuencia de 50/60 Hz, lo que indica que cumplen con los requisitos técnicos necesarios para tu Tablero de Transferencia Automática (TTA).

Elegir el modelo ENERGIT EN-PT-1K no solo permitirá reducir costos, sino que también asegura un sistema de respaldo confiable y eficiente para proteger los equipos críticos durante cortes de energía.

3.2.3. PLC

Para elegir el modelo adecuado de PLC, se presentan las siguientes opciones:

- **Opción 1**

Figura 8

PLC Logo Siemens



Tabla 9

Especificaciones técnicas del PLC Logo Siemens

PLC LOGO SIEMENS	
Marca	SIEMENS
Modelo	LOGO!
Servidor Web	Sí
Alimentación	12/24 V

- **Opción 2**

Figura 9

Relé Zelio Schneider-Electric



Tabla 10

Especificaciones técnicas del Relé Schenider Electric

RELÉ PROGRAMABLE INTELIGENTE ZELIO	
Marca	Schneider Electric
Modelo	SR2B121FU
Servidor Web	Sí
Alimentación	100...240 V AC
Entradas y salidas	8 entradas DISC 4 salidas

A continuación, se presenta una comparativa entre los controladores lógicos programables SIEMENS LOGO y Zelio Schneider, ambos ampliamente utilizados en la automatización de procesos.

Tabla 11*Comparación de modelos de UPS*

Componente	Marca	Modelo	Servidor Web	Alimentación	Costo
PLC	SIEMENS	LOGO!	Sí	12/24 V	S/. 600.00
	Schneider Electric	SR2B121FU	Sí	100...240 V AC	S/. 545.21

Al comparar los componentes, ambos ofrecen características similares, como la capacidad de servidor web, lo que permite la supervisión y control remoto del Tablero de Transferencia Automática (TTA). Sin embargo, hay algunas diferencias clave que pueden influir en la decisión.

El Schneider Electric SR2B121FU es la opción más económica, con un costo de S/. 545.21 frente a los S/. 600.00 de la otra opción. Además, este PLC acepta una alimentación de 100 a 240 V AC, lo que puede ser más conveniente si el sistema ya opera en corriente alterna. En cambio, el SIEMENS LOGO requiere una alimentación de 12/24 V, lo que podría implicar la necesidad de un convertidor de voltaje adicional.

Sin embargo, dado que se ha elegido anteriormente un UPS de 1 kVA para alimentar el PLC, la elección del SIEMENS LOGO, que funciona con una alimentación de 12/24 V, es la más adecuada. El UPS permitirá garantizar un suministro estable y continuo a este PLC, sin necesidad de agregar convertidores o adaptadores adicionales, ya que el sistema podría incluir la conversión a bajo voltaje.

Aunque el Schneider Electric SR2B121FU es más económico y funciona con 100-240 V AC, el SIEMENS LOGO se integraría mejor con la configuración de alimentación, maximizando la eficiencia y el uso de tu UPS, lo cual asegura una protección efectiva y prolongada para tu sistema de control en el TTA.

3.2.4. Contactor de fuerza

Para elegir el modelo adecuado de contactores, se presentan las siguientes opciones, de acuerdo a la intensidad de corriente calculada.

- Opción 1

Figura 10

Contactor Mitsubishi Electric



Tabla 12

Especificaciones técnicas del contactor de fuerza Mitsubishi Electric

CONTACTOR DE FUERZA	
Marca	Mitsubishi Electric
Modelo	S-T100
Configuración	2 NA + 2 NC
Alimentación	380 V CA
Corriente nominal	60 A

- Opción 2

Figura 11

Contactor Mangao



Figura 12

Especificaciones técnicas del contactor de fuerza Mangao

CONTACTOR DE FUERZA	
Marca	Mangao
Modelo	LC1D40008Q7
Configuración	2 NA + 2 NC
Alimentación	380 V CA
Corriente nominal	60 A

A continuación, se presenta una comparación entre diferentes modelos de contactores de fuerza utilizados en la automatización de un Tablero de Transferencia Automática (TTA).

Tabla 13

Comparación de contactores de fuerza

Componente	Marca	Modelo	Contactos	Alimentación	Costo
Contactor de fuerza	Mitsubishi Electric	S-T100	2 NA + 2 NC	380 V CA	S/. 647.84

Mangao	LC1D40008Q7	2 NA + 2 NC	380 V CA	S/. 507.24
--------	-------------	-------------	----------	------------

Al analizar los contactores de fuerza Mitsubishi Electric S-T100 y Mangao LC1D40008Q7, ambos cuentan con la misma configuración de contactos (2 NA + 2 NC) y operan a una tensión de 380 V CA, por lo que ambos cumplirían adecuadamente la función de conmutar la carga en un Tablero de Transferencia Automática (TTA).

El Mangao LC1D40008Q7 es la opción más económica, con un precio de S/. 507.24, lo que representa una ventaja en términos de inversión inicial. Sin embargo, Mitsubishi Electric es una marca reconocida por su durabilidad y confiabilidad en sistemas críticos, el S-T100, aunque más costoso (S/. 647,84), ofrece un respaldo de calidad que podría traducirse en una mayor vida útil y un menor riesgo de fallos operativos, por ello se elige el contactor Mitsubishi Electric.

3.2.5. Interruptores termomagnéticos

Para la protección del circuito de alimentación, se escogerán ITM trifásicos se presentan las siguientes opciones a continuación:

- **Opción 1**

Figura 13

Interruptor termomagnético Bticino



Tabla 14

Especificaciones técnicas interruptor termomagnético Bticino

INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO BTICINO	
Marca	Bticino
Amperaje	10 A
Voltaje	220-400 V
N° de polos	2
Poder de ruptura	10 kA

- Opción 2

Figura 14

Interruptor termomagnético Schneider Electric



Tabla 15

Especificaciones técnicas interruptor termomagnético Schneider

INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO SCHNEIDER	
Marca	Schneider Electric
Modelo	EZ9F56210
Amperaje	10 A
Voltaje	220 V AC

N° de polos	2
Poder de ruptura	6 kA

- Opción 3

Figura 15

Interruptor termomagnético ABB



Tabla 16

Especificaciones técnicas interruptor termomagnético ABB

INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO ABB	
Marca	ABB
Modelo	SH202-C10
Amperaje	10 A
Voltaje	220 V
N° de polos	2
Poder de ruptura	10 kA

A continuación, se presenta una comparación entre diferentes modelos de ITM utilizados en la automatización de un Tablero de Transferencia Automática (TTA).

Tabla 17

Comparación de interruptores termomagnéticos

Componente	Marca	Modelo	Ampere	Poder de ruptura	Costo
-------------------	--------------	---------------	---------------	-------------------------	--------------

	Bticino	-	10 A	220 – 400 V	S/. 48.00
Interruptor termomagnético	Schneider Electric	EZ9F56210	10 A	220 V	S/. 33.36
	ABB	SH202-C10	10 A	220 V	S/. 31.08

El modelo ABB SH202-C10 ofrece una combinación de alta confiabilidad y un costo menor (S/. 31.08), sin comprometer el amperaje ni la capacidad de ruptura para aplicaciones en corriente alterna de 220 V. ABB es reconocida en el sector industrial por su durabilidad y calidad, características esenciales en un interruptor termomagnético para sistemas de protección eléctrica. A pesar de que el Bticino soporta un rango de tensiones más amplio (220-400 V CA), esta característica puede no ser necesaria si la instalación se limita a 220 V. Por lo tanto, la opción ABB es la mejor alternativa en términos de costo-beneficio para este proyecto.

3.2.6. Contactor de mando

El cual servirá para sensar si la red principal está activada, de modo que, en caso de falla, el sistema pueda activar automáticamente el grupo electrógeno.

- **Opción 1**

Figura 16

Contactor de mando Schneider Electric



Tabla 18

Especificaciones técnicas Contactor de mando Schneider Electric

CONTACTOR DE MANDO SCHNEIDER ELECTRIC	
Marca	Schneider Electric
Modelo	LC1D09M7
Corriente nominal	9 A
Contactos	1 NA + 1 NC
Frecuencia nominal	50/60 Hz

- **Opción 2**

Figura 17

Contactor de mando Chint



Tabla 19

Especificaciones técnicas Contactor de mando Chint

CONTACTOR DE MANDO CHINT	
Marca	Chint
Modelo	NC1-1810
Corriente nominal	18 A
Contactos	3 NA principales + 1 NA auxiliar
Frecuencia nominal	50/60 Hz

A continuación, se presenta una comparación entre un par de modelos de contactores de mando utilizados en la automatización de un Tablero de Transferencia Automática (TTA).

Tabla 20

Comparación de contactores de mando

Componente	Marca	Modelo	Corriente nominal	Contactos	Costo
Contactor de mando	Schneider Electric	LC1D09M7	9 A	1 NA + 1 NC	S/. 156.20
	Chint	EZ9F56210	18 A	3 NA principales + 1 NA auxiliar	S/. 53.00

El modelo Chint NC1-1810 presenta una mayor capacidad de corriente (18 A), lo cual le otorga mayor robustez para soportar cargas potencialmente más altas, ofreciendo así una mayor durabilidad y capacidad de manejo. La configuración de contactos adicionales (3 NA principales + 1 NA auxiliar) también aporta flexibilidad en la conexión y control de distintos circuitos dentro del sistema del TTA. Además, el costo es significativamente menor, lo cual optimiza la inversión sin comprometer las funcionalidades esenciales del contactor en la automatización del TTA. Aunque Schneider Electric es una marca de gran prestigio, en este caso, el modelo de Chint proporciona un excelente equilibrio entre tecnología, capacidad técnica y economía, adaptándose adecuadamente a las necesidades de diseño de un sistema TTA.

Por lo tanto, el Chint NC1-1810 es la mejor elección para este proyecto en términos de tecnología, rendimiento y costo-beneficio.

3.2.7. Conductor

De acuerdo a los parámetros calculados, se seleccionará el siguiente conductor.

Figura 18

Cable INDECO FREETOX NH-80

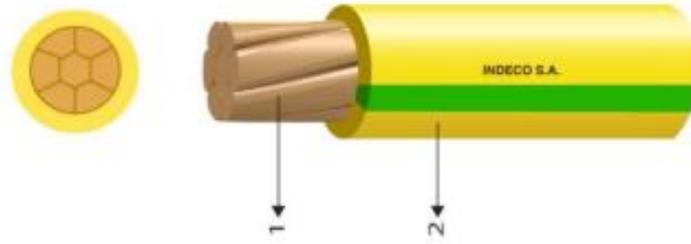


Tabla 21

Especificaciones técnicas del conductor INDECO

CABLE INDECO FREETOX NH-80	
Marca	INDECO
Modelo	10012903
Calibre	2,5 mm ²
Temperatura máxima operación	80 °C
Tensión nominal de servicio	450 / 750 V

3.2.8. Accesorios adicionales para el montaje

Para llevar a cabo el montaje, no solo se utilizarán los componentes mencionados previamente, sino que también se incorporarán los siguientes elementos adicionales. Estos componentes desempeñarán un rol importante en la optimización del sistema, garantizando que se cumplan con los requisitos técnicos y operativos del proyecto.

Tabla 22

Accesorios adicionales para el montaje

ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Placa de baquelita
2	Gabinete 800x600x250mm
3	Bornera riel din de baquelita 2.5 mm ²

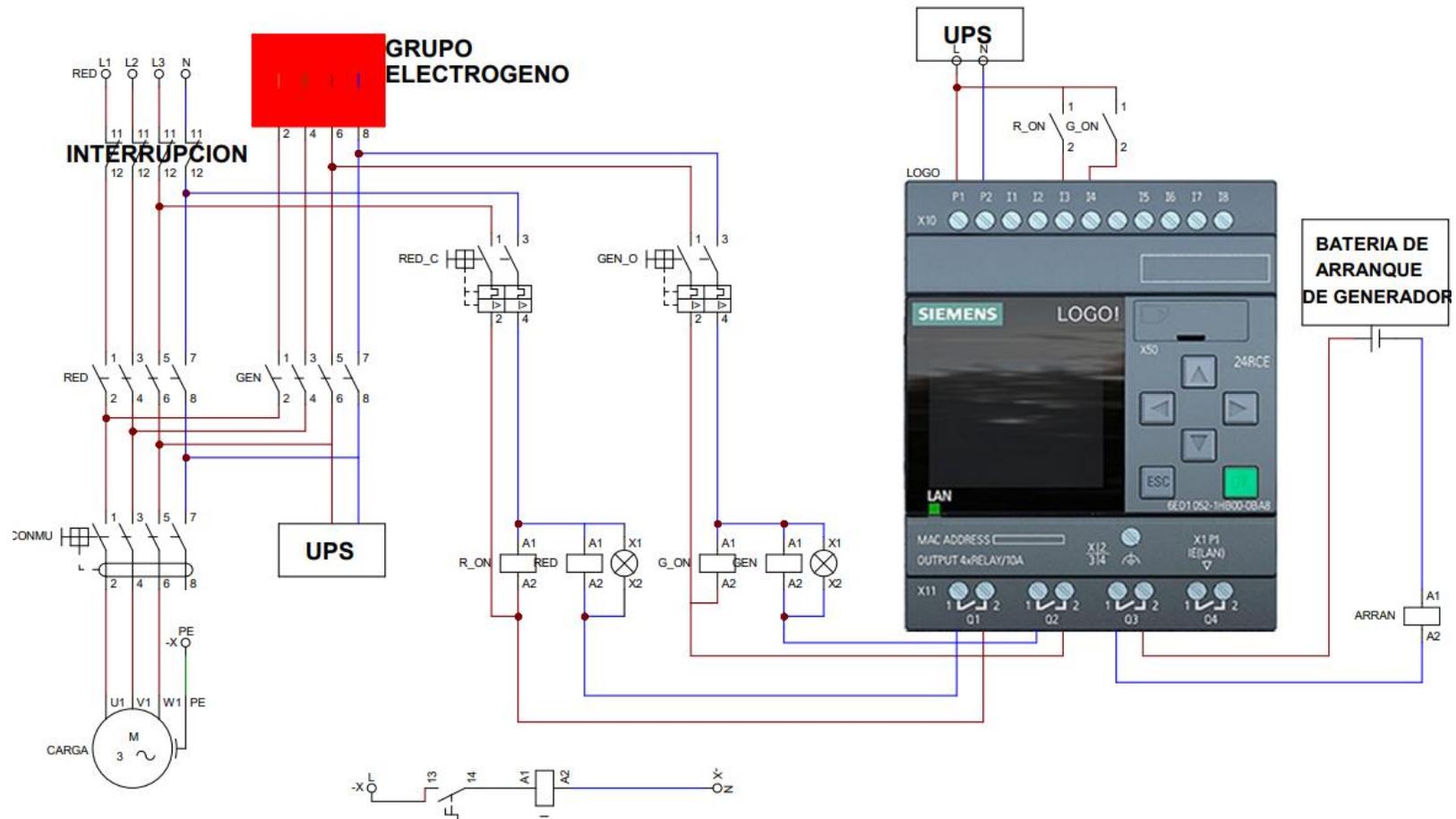
4	Selector manual 0-automático
5	Luz piloto 22 mm (Rojo)
6	Luz piloto 22 mm (Verde)
7	Terminales de compresión T25 – 8
8	Terminales tipo pin para cable
9	Precinto De Seguridad 200mm x 3.6mm
10	Canaleta ranurada 40x 40 mm

3.2.9. Esquema de conexión

Se presenta el esquema del Tablero de Transferencia Automática (TTA) modelado en Cade Simu, el cual permite visualizar la distribución y conexión de los componentes clave para la conmutación automática entre la red eléctrica y el generador. Este esquema muestra la disposición de los contactores, el PLC, y otros elementos esenciales que aseguran un cambio rápido y seguro de la fuente de energía, garantizando la continuidad del suministro eléctrico en situaciones de falla.

Figura 19

Esquema del Tablero de Transferencia Automática



La figura 19 muestra un esquema eléctrico de un sistema de transferencia automática entre una red eléctrica principal y un grupo electrógeno, diseñado para garantizar un suministro ininterrumpido de energía a una carga crítica, representada en este caso por un motor trifásico. El sistema está configurado para operar automáticamente a través de un controlador lógico Siemens LOGO, el cual coordina el cambio de la fuente de alimentación de la carga entre la red y el generador en caso de fallo.

En condiciones normales, el suministro proviene de la red eléctrica, que está conectado a través de los terminales del interruptor de transferencia y los contactores correspondientes. La red proporciona energía a la carga de manera directa, mientras el grupo electrógeno permanece en estado de espera, listo para entrar en operación si ocurre un fallo en el suministro de la red. El controlador LOGO mantiene activado el contactor que permite el paso de la corriente desde la red hacia la carga y monitorea constantemente el estado de esta fuente de energía.

En caso de que se produzca un fallo en la red, el controlador LOGO detecta la ausencia de voltaje en alguna de las fases y ejecuta el proceso de transferencia automática. Primero, desactive el contactor de la red, aislando así la carga de la fuente de alimentación principal. A continuación, envía una señal a la batería de arranque para iniciar el generador, asegurando que el grupo electrógeno esté listo y estable para suministrar energía a la carga. Una vez que el generador está en funcionamiento y estabilizado, el controlador activa el contactor que permite la conexión entre el generador y la carga. El interruptor de transferencia cambia su posición, redirigiendo la alimentación desde el generador hacia la carga y garantizando la continuidad del suministro.

Cuando se restablece la red eléctrica, el controlador LOGO detecta el retorno de la energía y comienza la secuencia inversa para volver a alimentar la carga desde la red. En primer lugar, se desactiva el contactor que conecta el generador a la carga, separando así la energía del generador del sistema. Después de apagar el grupo electrógeno, se reactiva el contactor de la red, lo que permite que la carga reciba energía nuevamente desde la fuente principal. El sistema de UPS asegura que, durante todo el proceso de transferencia, los equipos críticos conectados a la carga no sufran interrupciones, proporcionando una transición suave entre la red y el generador.

3.2.10. Diagrama de control

El diagrama de control para un tablero de transferencia automática permite gestionar la conmutación entre la red eléctrica y un generador de respaldo, asegurando el suministro continuo de energía en caso de falla de la red. El proceso incluye temporizadores y contactos específicos que controlan la desconexión y conexión de cada fuente, evitando la alimentación simultánea y garantizando la estabilidad en la transferencia de carga. Se detalla a continuación:

Componentes del diagrama:

- I3 (RED_ON): Representa la presencia de energía en la red eléctrica. Cuando la red está activa, este contacto está cerrado.
- I4 (GEN_ON): Representa el estado del generador. Cuando el generador está en funcionamiento, este contacto está cerrado.
- M1 y M2: Salidas que controlan el encendido y la conexión del generador a la carga.
- Q1 (CONTACTO DE RED) y Q2 (CONTACTO DE GEN): Contactos auxiliares que determinan la conexión de la carga ya sea a la red o al generador.
- T001, T002, T003, T004: Temporizadores que introducen retardos en los distintos pasos del proceso de transferencia para evitar conmutaciones rápidas y garantizar la estabilidad en la transferencia de carga.

Flujo de funcionamiento:

- Cuando la red eléctrica está en funcionamiento, el contacto I3 está cerrado, indicando presencia de energía.
- Si se produce una falla en la red (el contacto I3 se abre), el temporizador T001 se activa con un retardo de 20 segundos .
- El temporizador T001 está configurado para iniciar la transferencia solo después de confirmar la falta de energía durante ese intervalo, evitando así activaciones accidentales por fluctuaciones momentáneas.
- Una vez que T001 cuenta los 20 segundos completos sin presencia de red, activa la salida M1.

- La salida M1 cierra el contacto Q2, permitiendo que la energía fluya hacia el generador.
- Q2 activa el temporizador T002, que está configurado con un retardo de 3 segundos para asegurar que el generador esté listo antes de conectarlo a la carga.
- Cuando T002 termina su cuenta de 3 segundos , el contacto Q1 se abre. Esto desconecta la carga de la red eléctrica, evitando cualquier posibilidad de conflicto entre la energía de la red y el generador.
- Una vez desconectada la red, el contacto I3 permanece abierto debido a la falta de energía en la red.
- Esto activa el temporizador T003 con un retardo de 5 segundos .
- Cuando T003 termina, cierra el contacto Q3 (ARRANCADOR DE GEN), enviando una señal de arranque al generador.
- Cuando el generador ha arrancado y está operativo, el contacto I4 (GEN_ON) se cierra, indicando que el generador está listo para proporcionar energía.
- Al cerrarse I4, el temporizador T004 se activa con un retardo de 10 segundos para confirmar que el generador está estable y listo para cargar.
- Después de los 10 segundos de espera de T004, se cierra la salida M2, que representa la conexión entre el generador y la carga.
- La carga ahora está alimentada por el generador, con los contactos Q1 y Q2 configurados de modo que se impide la conexión simultánea de la red y el generador, evitando así una situación de doble alimentación.

Retorno automático a la red eléctrica:

- Cuando la energía en la red eléctrica se restablece, el contacto I3 se cierra. Este cambio activa el proceso inverso para transferir la carga del generador de vuelta a la red.
- Con I3 cerrado, el sistema inicia una secuencia de temporizadores similar para desconectar el generador de la carga: Se activa un temporizador que desconecta M2 (apagando el generador). Luego se cierra el contacto Q1, reconectando la carga a la red.

- Finalmente, los temporizadores y contactos aseguran que el generador se desconecta y vuelve a modo de espera hasta que se produzca otra interrupción de la red.

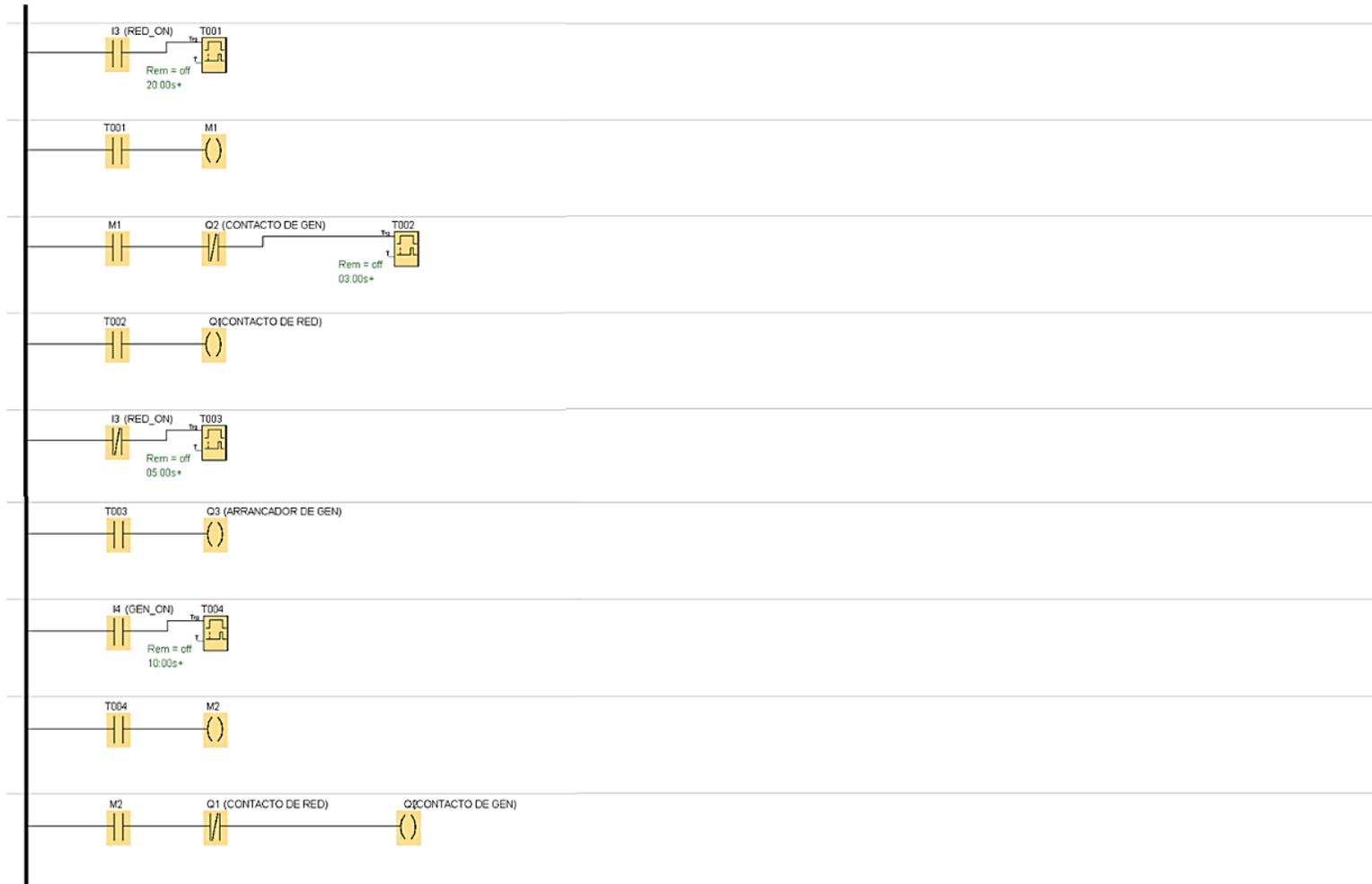
En resumen, el proceso de transferencia se da en 5 pasos:

- Fallo de la Red Detectado (20s de espera)
- Desconexión de la Red y Preparación del Generador (3s de espera)
- Arranque del Generador (5s de espera)
- Confirmación y Conexión del Generador a la Carga (10s de espera)
- Restauración de la Red: activa el proceso inverso para reconectar la carga a la red y apagar el generador.

A continuación, se presenta el diagrama de control para el tablero de transferencia automática diseñado en el programa Siemens Logo 8.

Figura 20

Diagrama de control del Tablero de Transferencia Automática



3.3. Determinar la viabilidad económica para el diseño de un tablero de transferencia.

Para determinar la viabilidad económica, se realizó previamente una recopilación de los elementos a utilizar en el diseño de un tablero de transferencia automática, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 23

Materiales del tablero de transferencia

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo subtotal (S/.)
Llave de fuerza tetrapolar ABB XT1C 160 TMD 160-160	Unidad	1	S/. 647.04	S/ 647.04
UPS Energit EN-PT-1K	Unidad	1	S/. 1450.00	S/ 1,450.00
PLC Siemens Logo!	Unidad	1	S/. 600.00	S/ 600.00
Contactador de Fuerza Mitsubishi Electric S-T100	Unidad	4	S/. 647.84	S/ 2,591.36
Interruptor termomagnético ABB SH202-C10	Unidad	2	S/. 31.08	S/ 62.16
Contactador de mando Chint NC1-1810	Unidad	1	S/. 53.00	S/ 53.00
Gabinete 800x600x250mm	Unidad	1	S/. 559.90	S/. 559.90
Cable Indeco Freetox NH-80 2.5 mm ²	Rollo (100m)	2	S/. 165.00	S/ 330.00
Placa de baquelita	Unidad	2	S/. 22.00	S/ 44.00
Bornera riel din de baquelita 2.5 mm ²	Unidad	4	S/. 3.49	S/ 13.96
Selector manual 0-automático	Unidad	1	S/. 25.00	S/ 25.00

Luz piloto 22 mm	Unidad	2	S/. 18.27	S/ 36.54
Terminales de compresión T25 – 8	Unidad	20	S/. 0.91	S/ 18.20
Terminales tipo pin para cable	Bolsa (100 und)	1	S/. 7.50	S/ 7.50
Precinto De Seguridad 200mm x 3.6mm	Bolsa	1	S/. 9.00	S/ 9.00
Canaleta ranurada 40x 40 mm	Metro	2	S/. 11.22	S/ 22.44
TOTAL				S/. 6,470.10

La tabla detalla los componentes necesarios para la implementación de un sistema eléctrico automatizado, especificando la cantidad, unidad, costo unitario y el subtotal correspondiente a cada artículo. Los componentes principales incluyen una llave de fuerza tetrapolar, un UPS, un PLC, varios contactores y un interruptor termomagnético, entre otros elementos necesarios para la instalación. El total de inversión para adquirir todos los materiales es de S/. 6,470.10, reflejando tanto el equipo esencial como los elementos auxiliares requeridos.

Además de los materiales, para un análisis de viabilidad también se deben considerar aspectos como el traslado de materiales, instalación, y costos directos, estos se detallan a continuación.

Tabla 24

Costo total de inversión

Ítem	Descripción	Costo (S/.)
1	Suministro de materiales	S/ 6,470.10
2	Montaje e instalación de materiales	S/ 300.00
3	Transporte	S/ 250.00
4	Costo directo	S/ 100.00
Costo subtotal		S/ 7,120.10

IGV	S/ 117.00
Costo total	S/ 7,237.10

La tabla detalla los costos principales considerados en el análisis de viabilidad de un proyecto. En primer lugar, el suministro de materiales tiene un costo de S/ 6,470.10, que representa la mayor parte del gasto. También se incluye el costo del montaje e instalación de los materiales, valorado en S/ 300.00, y el transporte necesario, con un costo de S/ 250.00. Además, se contemplan otros costos directos menores por S/ 100.00.

El subtotal de estos artículos asciende a S/ 7,120.10, al cual se le suma el IGV de S/ 117. Este monto de IGV se ha calculado considerando únicamente el montaje e instalación de materiales, el transporte y el costo directo, excluyendo el suministro de materiales, ya que estos incluyen el IGV. Finalmente, el costo total para la ejecución del proyecto es de S/ 7,237.10.

Para los ingresos, es importante considerar los beneficios financieros que la automatización de este sistema podría generar. Este análisis incluye una estimación de los ingresos proyectados que se podrían obtener al mejorar la operatividad y la confiabilidad del sistema en cuestión. Los ingresos por cada mes en un año se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 25

Ingresos mensuales en un año

INGRESOS													
Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total/ año
Ahorros en costos de mantenimiento	0	0	200	0	0	200	0	0	200	0	0	200	800
Reducción de costos por parada	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
Ahorro en recursos humanos	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360

Aumento de eficiencia	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	600
TOTAL													2960	

El Tablero de Transferencia Automática ofrece múltiples beneficios que justifican su implementación, comenzando por la reducción de costos de mantenimiento. Al operar de forma automática, el sistema minimiza el desgaste y la necesidad de intervenciones manuales frecuentes, lo que reduce significativamente los costos preventivos y correctivos. Además, el TTA elimina tiempos de inactividad en caso de fallos o interrupciones de energía, permitiendo una transición continua entre fuentes y asegurando la continuidad operativa. Esta continuidad se traduce en una mayor productividad, ya que se evitan las pérdidas derivadas de paradas no planificadas.

Otro beneficio es la automatización del sistema, esto permite operar con menos personal, reduciendo el gasto en recursos humanos y en el monitoreo constante del sistema. La mejora en la eficiencia de producción también es notable, ya que, al mantener una operación sin interrupciones, la capacidad operativa se incrementa, permitiendo generar un mayor volumen de productos o servicios.

En cuanto a los egresos, se detalla a continuación cada uno de los factores a considerar, luego de haber implementado el TTA.

Tabla 26

Egresos mensuales en un año

EGRESOS													
Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total/ año
Mantenimiento en el TTA	0	0	200	0	0	200	0	0	200	0	0	200	800
Cambio de elementos	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	600
TOTAL													1400

La tabla de egresos contempla los costos mensuales asociados al mantenimiento del TTA y al cambio de ciertos elementos para asegurar su correcto funcionamiento y durabilidad.

Estos egresos son fundamentales para prolongar la vida útil del sistema, optimizar su desempeño y evitar fallos inesperados.

El mantenimiento del TTA, programado para realizarse trimestralmente, incluye inspecciones y ajustes preventivos que reducen la probabilidad de averías graves y garantizan que el sistema opere con máxima eficiencia. Estos mantenimientos ayudan a mitigar el riesgo de interrupciones que puedan impactar negativamente en la operación general de la empresa. Por su naturaleza, el mantenimiento no es necesario en los primeros años, ya que el equipo y sus componentes son nuevos y presentan menor riesgo de desgaste.

Los cambios de elementos representan el reemplazo periódico de piezas de menor durabilidad que requieren atención más frecuente. Esto es para mantener los niveles de confiabilidad y asegurar que el TTA funcione sin problemas, cumpliendo con los estándares de seguridad y rendimiento necesarios. La atención constante a estos detalles minimiza el desgaste acumulado en el sistema y previene posibles fallos a largo plazo.

Con los datos de inversión total, ingresos y egresos, se procedió a realizar la viabilidad económica, no sin antes establecer una tasa de descuento del 8%, siguiendo las recomendaciones de Seminario (2017). El horizonte de evaluación para este análisis será de 20 años, lo que permitirá una proyección adecuada de la rentabilidad del proyecto a largo plazo.

Tabla 27

Análisis económico

Años	Inversión inicial (S/.)	Ingresos (S/.)	Egresos (S/.)	Flujo Efectivo Neto (S/.)
0	-7,237.10			-7,237.10
1		2960	1400.00	1560.00
2		2960	1400.00	1560.00
3		2960	1400.00	1560.00
4		2960	1400.00	1560.00
5		2960	1400.00	1560.00
6		2960	1400.00	1560.00
7		2960	1400.00	1560.00

8	2960	1400.00	1560.00
9	2960	1400.00	1560.00
10	2960	1400.00	1560.00
11	2960	1400.00	1560.00
12	2960	1400.00	1560.00
13	2960	1400.00	1560.00
14	2960	1400.00	1560.00
15	2960	1400.00	1560.00
16	2960	1400.00	1560.00
17	2960	1400.00	1560.00
18	2960	1400.00	1560.00
19	2960	1400.00	1560.00
20	2960	1400.00	1560.00

Con esta tasa, se obtuvo una TIR del 21%, lo que indica un retorno atractivo sobre la inversión inicial. Además, el Valor Actual Neto resultante es de S/ 8,079.21, lo que sugiere que el proyecto generará un valor positivo a lo largo de su vida útil.

El tiempo de retorno de la inversión se estima en aproximadamente 4.64 años, lo que indica que la inversión inicial se recuperará en ese período. Estos cálculos fueron realizados utilizando Excel, que permitió organizar y analizar los datos de manera eficiente, proporcionando resultados precisos y claros para la toma de decisiones.

IV. DISCUSIÓN

El proceso de dimensionamiento del sistema de transferencia automática se llevó a cabo con base en un análisis detallado de las cargas eléctricas de la empresa, lo cual permitió obtener una potencia instalada de 41 323 W. Este valor es representativo de la potencia total de los equipos eléctricos en funcionamiento dentro de la instalación. Para determinar la potencia máxima demandada, se aplican factores de demanda y simultaneidad, resultando en una demanda máxima de 24 587 W. Este paso es crucial para asegurar que el sistema diseñado sea capaz de manejar el consumo máximo de energía bajo condiciones de operación simultánea de los equipos más críticos.

El siguiente cálculo relevante fue la determinación de la corriente de línea requerida. Utilizando la fórmula estándar que relaciona la potencia activa, la corriente, la tensión y el factor de potencia, se obtuvo una corriente nominal de 46,695 A. Sin embargo, para garantizar la seguridad y confiabilidad del sistema, se aplicó un margen de seguridad del 25 %, lo que ajustó la corriente de diseño a 58,369 A. Este margen asegura que el sistema pueda soportar posibles sobrecargas y variaciones en la demanda sin comprometer su funcionamiento.

Comparando estos resultados con los obtenidos en estudios previos, como el de Barrios y Montoya (2020), podemos observar una consistencia en los métodos empleados. En su investigación, dimensionaron un sistema de control para un grupo electrógeno de 30 kW, encontrando una corriente de conductor de 117 A, utilizando un factor de potencia de 0.8, al igual que en el presente estudio. Aunque el sistema que dimensionaron es de menor capacidad, la relación entre las variables y la metodología utilizada es similar, lo que valida los cálculos realizados en este proyecto.

El ajuste de la corriente de diseño en un 25% en nuestra investigación puede considerarse una práctica conservadora, pero necesaria para asegurar que el sistema sea robusto ante posibles fluctuaciones o imprevistos en la demanda. Además, el dimensionamiento del cable de fuerza fue crítico para garantizar que la caída de tensión no superara el 3% de la tensión nominal, cumpliendo así con los estándares recomendados para la instalación eléctrica. Utilizando la resistividad del cobre, la longitud del conductor y la máxima intensidad permitida, se determinó que una sección de 2,5 mm² es la más adecuada, basándose en la disponibilidad comercial y los valores de las tablas de

conductores. Esta selección garantiza que el sistema operará con eficiencia y seguridad, minimizando las pérdidas energéticas por resistencia en los cables.

El dimensionamiento del conmutador fue realizado con base en la corriente de diseño obtenida previamente (58,369 A), a la cual se le aplicó un margen de seguridad del 10%, lo que resultó en una corriente de 65 A. Este valor asegura que el conmutador seleccionado será capaz de manejar sin problemas la corriente requerida durante el proceso de transferencia de carga entre las fuentes de energía, evitando así cualquier riesgo de sobrecarga o fallos operativos que puedan comprometer la continuidad del suministro eléctrico.

Comparando este resultado con los de Barrios y Montoya (2020), quienes dimensionaron un conmutador de 100 A para un grupo electrógeno de 30 kW, se observa que, aunque la capacidad de corriente de su conmutador es significativamente mayor, el principio subyacente de dimensionar el dispositivo en función de la corriente máxima es el mismo. Sin embargo, es importante señalar que el conmutador de 100 A de Barrios y Montoya está diseñado para un sistema de mayor capacidad, lo que explica la diferencia en los valores. En ambos casos, se considera el tipo de carga, en este caso, resistiva e inductiva, lo cual es crucial para determinar la categoría de servicio del conmutador.

Para la selección del conmutador, en este estudio se siguió la norma IEC 158, que establece los requisitos para la selección de conmutadores de acuerdo con el tipo de carga y las condiciones operativas. En particular, se aplicó la categoría de servicio AC3, que es adecuada para situaciones en las que la corriente de arranque puede superar entre 5 y 7 veces la corriente nominal. Dado que el factor de potencia de la carga es igual o superior a 0.35, esta categoría de servicio es la más adecuada, ya que permite manejar las fluctuaciones de corriente sin comprometer la integridad del conmutador.

El margen de seguridad agregado al dimensionar el conmutador es una práctica estándar para asegurar que el sistema pueda operar de manera confiable bajo condiciones de carga variables. Este enfoque también asegura que el dispositivo seleccionado pueda soportar picos de corriente durante los momentos de transferencia de carga, cuando los equipos puedan experimentar un aumento temporal en el consumo eléctrico.

En el segundo objetivo, se identificaron varios componentes esenciales que garantizan la confiabilidad y eficiencia operativa del sistema. Los elementos seleccionados fueron: Llave de fuerza tetrapolar ABB, este componente asegura una

desconexión segura de la carga, permitiendo aislar el sistema en caso de fallos o mantenimiento sin comprometer la seguridad del equipo; UPS Energit, la incorporación de un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS) garantiza que el TTA siga operando sin interrupciones en caso de fallos en la red eléctrica, protegiendo los componentes sensibles; PLC Logo Siemens, este es importante para la automatización del sistema, permitiendo la gestión eficiente de las señales de control y monitoreo, asegurando una respuesta rápida ante cualquier variación en la demanda o en el suministro eléctrico.; contactor de Fuerza Mitsubishi Electric, su función es fundamental para el control de la corriente de la carga, proporcionando un arranque y paro seguros de los equipos conectados; Interruptor termomagnético ABB, este interruptor protege el sistema contra sobrecargas y cortocircuitos, asegurando la integridad de los equipos al detectar condiciones anormales en la red eléctrica; contactor de mando Chint, este contactor es esencial para el control de la señal de mando, permitiendo una operación automática eficiente y segura.

La selección de estos componentes se basa en criterios de confiabilidad, eficiencia energética y facilidad de integración con otros sistemas de control.

La tecnología seleccionada en este proyecto guarda relación con las soluciones implementadas en investigaciones previas, aunque adaptadas a las necesidades específicas del TTA. Por ejemplo, Carrión (2019) en su diseño de un Sistema de Transferencia Automática (STA) para una planta industrial utilizó un sistema de supervisión SCADA integrado con PLC, similar al enfoque empleado en este proyecto. La implementación de un PLC, como el Siemens Logo, para automatizar el proceso de conmutación de energía y el uso de interfaces HMI son enfoques comunes para garantizar la continuidad operativa y optimización de recursos, tal como se describe en su investigación.

Además, Martínez (2021) abordó la automatización de tableros eléctricos en sistemas de bombeo con el uso de PLC y variadores de frecuencia, mejorando la eficiencia operativa. Aunque la aplicación es diferente (control de bombas de agua en lugar de energía eléctrica), los principios de automatización y la gestión eficiente de los sistemas eléctricos son comparables, subrayando la efectividad de los PLC para tareas de control y optimización energética.

Por otro lado, el trabajo de Horna y Díaz (2019) sobre el control PID automatizado en procesos industriales de temperatura también ilustra la tendencia hacia la integración de tecnologías de control avanzadas como PLC y HMI. En su caso, el prototipo de control PID optimizó la temperatura en el proceso de conchado de chocolate, similar a cómo la automatización en el TTA optimiza el flujo de energía, mejorando la estabilidad y el rendimiento de la operación.

La selección de los componentes para el TTA se realizó con base en estándares de confiabilidad y eficiencia. El uso de la llave de fuerza ABB y el UPS Energit está alineado con las mejores prácticas de protección y continuidad operativa en sistemas de energía. Al igual que Carrión (2019), la integración del PLC Siemens Logo con el contactor Mitsubishi Electric y el interruptor termomagnético ABB permite un control preciso y seguro del sistema, optimizando la transferencia de carga entre fuentes de energía.

El enfoque adoptado también resalta la importancia de la automatización para la gestión eficiente de los sistemas eléctricos, como lo demuestra Martínez (2021), donde la automatización mejoró significativamente la eficiencia operativa al gestionar el suministro de agua. En este caso, la automatización en el TTA permite una respuesta rápida ante cualquier cambio en la red eléctrica, mejorando la confiabilidad del sistema.

La evaluación de viabilidad económica del diseño del TTA en el tercer objetivo, considera el costo total de los componentes, que asciende a S/. 6,470.10, cubriendo todos los elementos esenciales y auxiliares para la instalación. Este monto refleja una inversión inicial razonable comparada con otras implementaciones de sistemas similares, como el trabajo de Carrión (2019), cuyo proyecto de transferencia automática requirió un capital inicial más alto de 13,500 soles. La diferencia en los costos sugiere que el proyecto actual optimiza los recursos y selecciona componentes eficientes en costo, manteniendo al mismo tiempo la funcionalidad y confiabilidad necesarias.

La TIR obtenida es del 21%, lo que supera ampliamente la tasa de descuento del 8%. Este margen indica que el proyecto ofrece un retorno sobre la inversión muy atractivo, ya que genera una rentabilidad significativamente mayor al costo de oportunidad del capital. Con un VAN de S/. 8,079.21, el proyecto muestra un valor positivo a lo largo de su vida útil. Un VAN positivo es un fuerte indicador de que el proyecto generará beneficios netos después de recuperar la inversión inicial y cubrir el costo de capital. El proyecto estima un tiempo de retorno de 4.64 años, lo cual es razonable para un sistema de transferencia

automática. Este período de recuperación indica que la empresa podrá recuperar su inversión en un tiempo adecuado y que el sistema comenzará a generar beneficios netos antes de alcanzar su vida útil total.

El trabajo de Carrión (2019) ofrece un contraste relevante, ya que su proyecto también implica el diseño de un sistema de transferencia automática, aunque a un costo inicial mayor. La diferencia de costos se debe, posiblemente, a las especificaciones de componentes o al uso de tecnologías más avanzadas como SCADA y HMI en el sistema de supervisión, que incrementan el capital requerido. En el presente proyecto, se ha optado por un enfoque de automatización eficiente en costo, sin comprometer la funcionalidad y seguridad del sistema, logrando una TIR y VAN positivos con un presupuesto optimizado.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El dimensionamiento del sistema de transferencia automática se realizó con precisión, basándose en la máxima demanda de 24 587 W. Se calculó una corriente de diseño de 58,369 A, asegurando un margen de seguridad adecuado. La selección de cables de 2,5 mm² minimiza la caída de tensión, y el conmutador, dimensionado para 65 A, garantiza una transferencia segura de carga. Así pues, el proceso asegura un funcionamiento eficiente y confiable del sistema, cumpliendo con los estándares técnicos.

La tecnología seleccionada para el TTA en este estudio se basa en soluciones comprobadas que optimizan la transferencia automática de energía en situaciones de contingencia, garantizando la continuidad operativa y la protección de los equipos. Las decisiones de diseño tomadas se alinean con las mejores prácticas descritas en la literatura, lo que valida la elección de componentes como el PLC Siemens y los contactores Mitsubishi Electric para asegurar un rendimiento robusto y confiable del sistema. Además, la integración de UPS y dispositivos de protección como los interruptores termomagnéticos asegura la operación ininterrumpida y la protección de los equipos ante cualquier evento eléctrico adverso.

El análisis económico del diseño del TTA demuestra que el proyecto es financieramente viable y rentable, con una TIR del 21%, un VAN positivo de S/. 8,079.21, y un periodo de retorno de 4.64 años. La selección cuidadosa de componentes permite mantener el costo de inversión en un nivel competitivo, optimizando el uso de los recursos y asegurando que el sistema cumplirá con su propósito sin incurrir en costos excesivos.

Este proyecto muestra cómo es posible implementar soluciones eficientes en automatización y transferencia de energía a un costo razonable, con indicadores financieros sólidos que respaldan su viabilidad económica. En conclusión, el diseño del TTA no solo es funcional y eficiente, sino también una inversión que generará valor adicional para la empresa a largo plazo.

5.2. Recomendaciones

Implementar un programa de mantenimiento preventivo para el tablero de transferencia automática (TTA), incluyendo revisiones periódicas de los contactores, el conmutador y el UPS. Esto garantizará el funcionamiento continuo del sistema y permitirá detectar posibles fallas antes de que afecten la continuidad del servicio eléctrico.

Capacitar al personal responsable en el uso y mantenimiento del sistema automatizado, incluyendo el PLC Siemens y los dispositivos de protección. Una adecuada formación asegura que el equipo humano pueda responder eficientemente ante contingencias o fallas del sistema, prolongando la vida útil de los componentes.

Revisar periódicamente las actualizaciones disponibles en tecnologías de automatización, como nuevas versiones de PLC o UPS con mayor eficiencia y durabilidad. La integración de nuevas tecnologías podría optimizar aún más la operación del TTA y mejorar la protección del sistema eléctrico de la empresa.

Analizar y optimizar el uso de energía en la empresa para reducir la carga en momentos críticos, aprovechando al máximo el sistema automatizado de transferencia. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también puede reducir los costos energéticos.

Realizar una evaluación financiera anual del rendimiento del TTA, considerando el ahorro de costos y los beneficios económicos generados. Esta evaluación permitirá confirmar la viabilidad continua del sistema y ajustar el plan de mantenimiento o de inversiones según los resultados obtenidos. Además, desarrollar protocolos claros para responder a cortes de energía prolongados o fallas en el TTA, incluyendo un plan de contingencia con alternativas energéticas. Esto ayudará a la empresa a prepararse y minimizar interrupciones en el servicio eléctrico ante eventos imprevistos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcocer, P., Calero, M., Cedeño, N., y Lapo, E. (2020). Automatización de los procesos industriales. *Journal of business and entrepreneurial studies*, 4(2), 123-131. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7888290>
- Alegre, M., Kwan, C. (2021). Bases teóricas de la investigación cualitativa en ciencias contables. *Quipukamayoc*, 29(60). <https://dx.doi.org/10.15381/quipu.v29i60.20491>
- Ángel, J., y Guin, J. (2022). *Sistema automático de transferencia de energía eléctrica para una Gasolinera*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22654>
- Barrios, J., y Montoya, O. G. (2020). *Diseño de Control para Grupo Electrónico con Gestión Remota Hasta 30Kw*. [Tesis de pregrado, Universidad Antonio Nariño Colombiana]. Repositorio UANC. <http://186.28.225.13/bitstream/123456789/1449/1/2020JairoAlbertoBarriosRincon.pdf>
- Carrión, E. (2019). *Diseño de la transferencia automática de energía eléctrica monitoreado con Scada para la máquina extrusora de plástico en la Empresa Peruana de Modelados S. A., Callao 2018. Lima*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio UTP. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/2622>
- Castro, J.; Gómez, L.K. y Camargo, E. (2022). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75). <https://doi.org/10.14483/22487638.19171>
- Charles, H., Sánchez, R., y Ramírez, A. (2020). Formulación y evaluación de proyectos, una reflexión para las pymes agroindustriales de México. *Ciencias Administrativas*, (16), 79-89. <https://revistas.unlp.edu.ar/CADM/article/view/7475>

- Cortez, J. (2020). El webinar como instrumento de investigación no experimental The webinar as a non-experimental research too. *Apthapi*, 6(2). <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/67/63>
- Curo, V. (2021). *Diseño e implementación de un sistema de transferencia automática de energía eléctrica con interruptor de acoplamiento de barras para selección de cargas esenciales, monitoreo y control*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio UTP. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/5242>
- De Freitas, S. (2021). Valoración de activos intangibles basados en la metodología de opciones reales para evaluar inversiones tecnológicas. *Actualidad Contable Faces*, 24(2), 36-94. <https://www.redalyc.org/journal/257/25767348003/html/>
- Guevara, G., Verdesoto, A. y Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista científica mundo de la investigación conocimiento*, 4(3). <http://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>
- Hartono, B., Bambang, P., Wayu, B., y Pudín, A. (2020). Development of generator set operation monitoring system for performance analysis and periodic maintenance based on IoT technology. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 830(2), 96-109. doi:10.1088/1757-899X/830/2/022085
- Hernández, M., Jaime, L., Zorrilla, M. y Armas, M. (2021). Mejoramiento De Los Índices Energéticos Y Ambientales Del Comedor De La Ciudad Universitaria De Perú Implementando La Eficiencia Energética. *Revista Iberoamericana de la Educación*. 17(6), 32-45. 10.31876/ie.vi.98
- Hernández, O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista cubana de medicina general integral*, 37(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21252021000300002&script=sci_arttext
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill Education.

<https://www.academia.edu/download/64591365/Metodolog%C3%ADvestigaci%C3%B3n.%20Rutas%20cuantitativa,%20cualitativa%20y%20mixta.pdf>

Horna, L. y Díaz, C. (2019). *Diseño E Implementación De Un Prototipo Automatizado Para El Proceso De Conchado De Chocolate En La Empresa Industrias Sol Norteño – Jaén – Perú*. Jaén. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio UNJ. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/200>

Martínez, J. (2021). *Diseño e implementación de tableros eléctricos de control del proceso de abastecimiento de agua para consumo de las instalaciones para una empresa fabricante de equipos de refrigeración-2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio UTP. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/4819>

Moreno, J., Palacios, L., Saavedra, J. y Hernández, L. (2021). Revisión analítica del impuesto a la renta en personas naturales: un análisis en Brasil, Perú y Colombia. *Revista Sinergia*, (9), 40-60. <http://190.71.63.135/ojs/index.php/Revistasinerгия/article/view/122>

Nizama, M. (2024). Implementación de modelos financieros en hojas de cálculo para la toma de decisiones de inversión. *Revista De Investigación Científica De La UNF – Aypate*, 2(2), 8-17. <https://aypate.revista.unf.edu.pe/index.php/aypate/article/view/38>

Ortega, C (2023). ¿Qué es la investigación documental? QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-documental/>

Seminario, C. (2017). El proyecto de investigación. *La hoja de ruta de la investigación* [en línea]. 80(157). Recuperado de <https://revistas.comillas.edu/index.php/miscelaneacomillas/article/view/19134>

Shabtai y Shimanovich (2021) Programación y control automatizado de trabajos mecánicos y eléctricos con BIM. Israel. *Automation in Construction*, 124. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103600>

Urina, D. (2023). Diseño de un sistema de transferencia automática con grupo electrógeno en el edificio de la alcaldía distrital de Santa Marta. [Tesis de

pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio UCC.
<https://hdl.handle.net/20.500.12494/48839>

Verdaguer, C. y Velázquez, I. (2012). Pasos hacia la regeneración urbana ecológica: Más allá de la eficiencia energética. *Ciudad y territorio*, 44(171), 97-113.
<https://oa.upm.es/id/eprint/12172>

VI. ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica Llave de fuerza ABB



PRODUCT-DETAILS

XT1C 160 TMD 160-1600 4p F F InN=100%

XT1C 160 TMD 160-1600 4p F F InN=100%



General Information

Extended Product Type	XT1C 160 TMD 160-1600 4p F F InN=100%
Product ID	1SDA067410R1
EAN	8015644013042
Catalog Description	XT1C 160 TMD 160-1600 4p F F InN=100%
Long Description	C.BREAKER TMAX XT1C 160 FIXED FOUR-POLE WITH FRONT TERMINALS AND THERMOMAGNETIC RELEASE TMD R 160-1600 A FULLY RATED NEUTRAL

Ordering

EAN	8015644013042
Minimum Order Quantity	1 piece
Customs Tariff Number	85362090
Order Code US and Canada	XT1CE4160AFF000XXX

Dimensions

Product Net Width	101.6 mm
Product Net Height	130 mm
Product Net Depth / Length	70 mm
Product Net Weight	1.381 kg

Container Information

Package Level 1 Units	1 piece
Package Level 1 Width	128 mm
Package Level 1 Height	135 mm
Package Level 1 Depth / Length	143 mm
Package Level 1 Gross Weight	1.454 kg
Package Level 1 EAN	8015644013042

Environmental

RoHS Status	Following EU Directive 2011/65/EU and Amendment 2015/863 July 22, 2019
-------------	--

Additional Information

Circuit Breaker Type to be Associated	Power Distribution
Current Type	AC/DC
Electrical Durability	120 cycles per hour 8000 cycle
Mechanical Durability	Nr. Operations 240 cycles per hour Nr. Operations 25000 cycle
Number of Poles	4
Opening Time	CB with SOR 15 ms CB with UVR 15 ms
Order Multiple	1 piece
Power Loss	at Rated Operating Conditions per Pole 15 W
Product Main Type	SACE Tmax XT
Product Name	Moulded Case Circuit Breaker
Product Type	CB
Rated Current (I_n)	160 A
Rated Frequency (f)	50 / 60 Hz
Rated Voltage (U_r)	690 V
Rated Impulse Withstand Voltage (U_{imp})	8 kV
Rated Instantaneous Short-Circuit Current Setting (I_s)	1600 A
Rated Insulation Voltage (U_i)	800 V
Rated Operational Voltage	690 V AC 500 V DC
Rated Service Short-Circuit Breaking Capacity (I_{cs})	(220 V AC) 40 kA (230 V AC) 40 kA (240 V AC) 40 kA (380 V AC) 25 kA (415 V AC) 25 kA (440 V AC) 12.5 kA (500 V AC) 9 kA (525 V AC) 8 kA (690 V AC) 4 kA (250 V DC) 2 Poles in Series 25 kA (500 V DC) 3 Poles in Series 25 kA
Rated Ultimate Short-Circuit Breaking Capacity (I_{cu})	(220 V AC) 40 kA (230 V AC) 40 kA (240 V AC) 40 kA (380 V AC) 25 kA (415 V AC) 25 kA (440 V AC) 25 kA (500 V AC) 18 kA

Anexo 2. Ficha técnica UPS Energit



Descripción Additional

- Tecnología de doble conversión en línea de alta frecuencia.
- Tecnología de control DSP (procesadores de señales digitales).
- Corrección activa del factor de potencia (APFC)
- Factor de potencia de salida: 1
- Frecuencia de detección automática: 50-60Hz
- Diseño de ventilación trasera y ventilador de velocidad variable.
- Protección eficaz de software y hardware.
- Carga rápida y estable, 90% de capacidad restaurada en 4h (SAI modelo estándar).
- Reducción de potencia lineal en la entrada de bajo voltaje que reduce los tiempos de descarga de la batería.
- Inicio retardado configurable cuando se restablece la energía.
- Gestión avanzada de batería (ABM).
- Múltiples funciones configurables a través de LCD: voltaje de salida, EOD, inicio automático, modo de derivación, modo ECO y modo de conversión de frecuencia.
- Comunicaciones multiplataforma: RS232 (estándar), USB / RS485 / SNMP / contactos secos (opcional).

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

INGRESO:	
Ingreso AC	220V AC
Rango	120V - 300V AC
Fase	1PH - Monofásico (L + N + PE)
Conexión	Cable con enchufe NEMA 5-15P
Frecuencia	40-70 Hz
Factor de Potencia	0.99
Rango de voltaje de bypass	- 25% - + 15% (configurable)
Distorsión armónica total (THDi)	≤ 4%
SALIDA:	
Potencia Real	1000W
Salida AC	220V AC
Rango	+/- 1%, Lazo Cerrado
Fase	1PH - Monofásico (L + N + PE)
Conexión	2 Tomas universales 5-15R
Frecuencia	45 - 55 Hz o 55 - 65 Hz (rango sincronizado) 50/60 Hz ± 0,1 Hz (modo de batería)
Forma de Onda	Senoidal 100% pura
Factor de Potencia	1
Distorsión armónica total (THDv)	≤ 2% (carga lineal) ≤ 5% (carga no lineal)
Factor de Cresta	3:1
Sobrecarga	105% - 125% durante 1 min, 125% - 150% durante 30 s, > 150% durante 300 ms
Autonomía full carga	De 20min a 30min máximo
Tiempo de Recarga Baterías	Modelo estándar: 90% de capacidad restaurada en 3 horas; Modelo de larga duración: depende de la capacidad de la batería.
SISTEMA:	
Eficiencia	≥ 92% (Modo de red) ≥ 87% (Modo batería) ≥ 97% (Modo ECO)
Tiempo de Transferencia	Modo de red a modo de batería: 0 ms. Modo inversor a modo bypass: 4 ms (típico)
Protecciones	Protección contra cortocircuitos, sobrecargas, sobre temperatura, descarga de la batería y protección contra pruebas de ventiladores.
Comunicaciones	RS232 (estándar), USB / RS485 / contactos secos / SNMP (opcional)
Display	LCD + LED

Anexo 3. Ficha técnica PLC Siemens Logo

SIEMENS

Hoja de datos

6ED1052-1MD08-0BA1



Figura similar

LOGO! 12/24RCE, mód. lógico, display FA/E/S: 12/24 V DC/relé, 8 DI (4 A)/4 DO, mem. 400 bloques, posibilidad de ampliación modular, Ethernet, servidor web integrado, Datalog, páginas web personalizadas, tarjeta microSD estándar para LOGO! Soft Comfort a partir de V8.3, proyectos anteriores ejecutables conexión a la nube en todos los aparatos base LOGO! 8.3

Display	
Con display	Sí
Diseño/montaje	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 4 módulos de ancho
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	
• 12 V DC	Sí
• 24 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	10,8 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Hora	
Programadores horario	
• Cantidad	400; Máx. 400, según la función
• Reserva de marcha	480 h
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	8; de ellas, 4 aptas como E analógicas (0 a 10 V)
Salidas digitales	
Número de salidas	4; Relé
Protección contra cortocircuito	No; requiere protección externa
Intensidad de salida	
• para señal "1" rango admisible para 0 a 55 °C, máx.	10 A
Salidas de relé	
Poder de corte de los contactos	
— con carga inductiva, máx.	3 A
— con carga resistiva, máx.	10 A
CEM	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	Sí; Desparasitado según EN 55011, clase límite B
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
Homologación CSA	Sí
Homologación UL	Sí
Homologación FM	Sí
desarrollado conforme a IEC 61131	Sí
según VDE 0831	Sí
Homologaciones navales	Sí
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	-20 °C; Sin condensación
• máx.	55 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-40 °C
• máx.	70 °C
Altitud en servicio referida al nivel del mar	
• Temperatura ambiente-presión atmosférica-altitud de instalación	Tmín ... Tmáx a 1 080 hPa ... 795 hPa (-1 000 m ... +2 000 m)
Dimensiones	
Ancho	71,5 mm
Altura	90 mm
Profundidad	60 mm

Anexo 4. Ficha técnica Contactor de Fuerza Mitsubishi Electric S-T100

Specification List Table

Magnetic Starters/Magnetic Contactors (AC operated)

Frame			T25	T32	T35	T50	T65	T80	T100	
Applicable standard			JIS C8201-4-1, IEC60947-4-1, EN60947-4-1, GB14048.4							
Model name	Magnetic Contactors (Without Thermal Overload Relays, Open type)	Non-Reversing	S-T25	S-T32	S-T35	S-T50	S-T65	S-T80	S-T100	
		Reversing	S-2×T25	S-2×T32	S-2×T35	S-2×T50	S-2×T65	S-2×T80	S-2×T100	
	Magnetic Starters (With standard 2-element, With Thermal Overload Relays)	Enclosed	Non-Reversing	—	—	MS-T35	MS-T50	MS-T65	MS-T80	MS-T100
		Reversing	—	—	MS-2XT35	MS-2XT50	MS-2XT65	MS-2XT80	MS-2XT100	
	Open type	Non-Reversing	MSO-T25	—	MSO-T35	MSO-T50	MSO-T65	MSO-T80	MSO-T100	
		Reversing	MSO-2×T25	—	MSO-2×T35	MSO-2×T50	MSO-2×T65	MSO-2×T80	MSO-2×T100	
	Combined Thermal Overload Relays	Non-Reversing	TH-T25	—	TH-T25/T50	TH-T25/T50	TH-T65	TH-T65/T100	TH-T65/T100	
		Reversing	MSO-T25KP	—	MSO-T35KP	MSO-T50KP	MSO-T65KP	MSO-T80KP	MSO-T100KP	
	Magnetic Starters (With 3-element type Thermal Overload Relays)	Open type	Non-Reversing	MSO-2×T25KP	—	MSO-2×T35KP	MSO-2×T50KP	MSO-2×T65KP	MSO-2×T80KP	MSO-2×T100KP
		Reversing	—	—	—	—	—	—	—	
Combined Thermal Overload Relays		Non-Reversing	TH-T25KP	—	TH-T25/T50KP	TH-T25/T50KP	TH-T65KP	TH-T65/T100KP	TH-T65/T100KP	
Rated insulation voltage [V]			690							
Rated impulse withstand voltage [kV]			6							
Rated frequency [Hz]			50/60							
Pollution degree			3							
Main contact rating	Rated operational current / power Category AC-3 (Note 1) (Three-phase squirrel-cage motor load standard responsibility) (Note 2) [kW/A]		220 to 240VAC	7.5/30(26) [5.5/26]	7.5/32 [7.5/32]	11/40 [7.5/35]	15/55(50) [11/50]	18.5/65 [15/65]	22/85 [19/80]	30/105 [22/100]
	380 to 440VAC			15/30(26) [11/25]	15/32 [15/32]	18.5/40 [15/32]	22/50 [22/48]	30/65 [30/65]	45/85 [37/80]	55/105 [45/93]
	500VAC			15/24 [11/20]	15/24 [11/20]	18.5/32 [15/26]	25/38 [22/38]	37/60 [30/45]	45/75 [45/75]	55/85 [45/75]
	690VAC			11/12	11/12	15/17	22/26	30/38	45/52	55/65
	Rated operational current / power Category AC-4 (Three-phase squirrel-cage motor load inching responsibility) [kW/A]		220 to 240VAC	4.5/20	5.5/26	5.5/26	7.5/35	11/50	15/65	19/80
	380 to 440VAC			7.5/17	11/24	11/24	15/32	22/47	30/62	37/75
	500VAC			7.5/12	7.5/13	11/17	15/24	22/38	30/45	37/55
	Rated operational current / power Category AC-1 (Resistance, heater load)		100 to 240VAC		32	60	80	100	120	150
	380 to 440VAC				32	60	80	100	120	150
	Conventional free air thermal current Ith [A]				32	60	80	100	120	150
Minimum applicable load level			48V 200mA							
Auxiliary contact rating	Contact arrangement	Standard accessory	Non-Reversing	2a2b	—	2a2b	2a2b	2a2b	2a2b	2a2b
			Reversing (Note 4, Note 6)	2a2b×2	2a2b×2	2a2b×2	2a2b×2	2a2b×2	2a2b×2	2a2b×2
		Special accessory	Non-Reversing	—	—	—	—	—	—	—
			Reversing (Note 4, Note 6)	—	—	—	—	—	—	—
	Max. number of additional options (Note 5)	Front clip-on	2	—	—	2	—	—	—	
		Side clip-on	2	—	—	2	2	—	—	
	Rated operational current (Category AC-15: Alternating current coil load)		120VAC	6						
	240VAC		3							
	Rated operational current (Category DC-13: Direct current coil load)		24VDC	3						
	110VDC		0.6							
Conventional free air thermal current Ith [A]			10							
Minimum applicable load level			20V 3mA							
Performance	Mechanical durability [ten thousand times]		1000			500			100	
	Electrical durability [ten thousand times]	Category AC-3	200			3 (Note 9)			100	
		Category AC-4	—			50			—	
	Switching frequency [time/hour]	Category AC-3	1800			1200			—	
		Category AC-4	—			300			—	
Category AC-1		—			1200			600		
Characteristic	Coil consumption (Note 7)		Inrush [VA]	75	55	110	110	115	115	210
	Power consumption (Note 7)		Sealed [VA]	7	4.5	10	10	20	20	23
Outside dimensions	Magnetic Contactors (without Thermal Overload Relays) (Width x Height x Depth) [mm]		Non-Reversing	63×81×81	43×81×81	75×89×91	88×106×106	88×106×106	100×124×127	
	Reversing		—	136×81×81	96×81×111	160×114×97	216×115×112	216×115×112	270×140×137	
	Open type Magnetic Starters (Width x Height x Depth) [mm]		Non-Reversing	—	—	75×157.5×91	90×158×106	90×169.5×106	100×191×127	
	Reversing		—	—	—	160×179×97	216×169×112	216×180.5×112	270×208×137	
	Enclosed Magnetic Starters (Width x Height x Depth) [mm]		Non-Reversing	—	—	135×231×126	—	160×282×145	190×317×163	
	Reversing		—	—	—	300×251×130	—	320×286×140	410×347×154	
IEC 35mm rail mounting			Possible (excluding Enclosed Magnetic Starters)							

Note 1: The figure in the square brackets indicates the rated current shown on the rating plate of the product at which the category AC-3 opening/closing durability is 2,000,000 times for T10 to T65 (1,000,000 times for the T20 380V, T80 and T100). Refer to the electric durability curve for the life performance.

Note 2: The content within () of rated capacity and rated operational current is applied to the Magnetic Starter.

Note 3: The T10 to T50 types can be manufactured with a coil surge absorber-mounted type (□-□SA type). The UT-SA21 type can be mounted.

Note 4: 2b of T10 and T12 auxiliary contact arrangements in Reversing type represents b contact built in the UT-ML11 interlock unit.

Note 5: The main unit and auxiliary contact block must be prepared separately and additionally mounted by the user.

Note 6: For auxiliary contact arrangement in Reversing type, X2 is displayed as combined auxiliary contact arrangement of two Magnetic Contactors. Please specify the contact arrangement for which two main units are combined must be designated. <Designation example> In case of 1b x 2 + 2b: 2B

Note 7: Operational coil input and coil consumption are average values in case of applying 220V60Hz to AC200V coil.

Note 8: Refer to pages 36 for the mountable options.

Note 9: 1,000,000 times for T20 AC-3 Class 380V or higher, and 15,000 times for AC-4 Class. 15,000 times for T35 to T100 AC-4 Class 380V or higher.

Anexo 5. Ficha técnica Interruptor termomagnético ABB SH2020-C10



PRODUCT-DETAILS

SH202-C10

Miniature Circuit Breaker - SH200 - 2P - C - 10 ampere



General Information

Extended Product Type	SH202-C10
Product ID	2CDS212001R0104
EAN	4016779631068
Catalog Description	Miniature Circuit Breaker - SH200 - 2P - C - 10 ampere
Long Description	<p>Compact Home SH200 miniature circuit breakers are current limiting. They have two different tripping mechanisms, the delayed thermal tripping mechanism for overload protection and the electromechanic tripping mechanism for short circuit protection.</p> <p>They are available in different characteristics (B,C), configurations (1P,1P+N,2P,3P,3P+N,4P), breaking capacities (up to 6 kA at 230/400 V AC) and rated currents (up to 40 A). All MCBs of the product range SH200 comply with IEC/EN 60898-1, allowing the use for residential applications.</p>

Technical

Standards	IEC/EN 60898-1
Number of Poles	2
Number of Protected Poles	2
Tripping Characteristic	C
Rated Current (I _n)	10 A
Rated Operational Voltage	acc. to IEC 60898-1 400 V AC
Power Loss	4.2 W at Rated Operating Conditions per Pole 2.1 W
Rated Insulation Voltage (U _i)	acc. to IEC/EN 60664-1 440 V

Operational Voltage	Maximum (Incl. Tolerance) 440 V AC Maximum 440 V AC Minimum 12 V AC
Rated Frequency (f)	50 Hz 60 Hz
Rated Short-Circuit Capacity (I_{sc})	(400 V AC) 6 kA
Energy Limiting Class	3
Overvoltage Category	III
Pollution Degree	2
Rated Impulse Withstand Voltage (U_{imp})	4 kV (6.2 kV @ sea level) (5.0 kV @ 2000 m)
Dielectric Test Voltage	50/60 Hz, 1 min: 2 kV
Housing Material	Insulation Group II, RAL 7035
Actuator Type	Toggle
Actuator Material	Insulation Group II, Black, Sealable
Actuator Marking	I / O
Contact Position Indication	ON / OFF
Degree of Protection	IP20
Remarks	IP40 in enclosure with cover
Electrical Endurance	20000 AC cycle 20000 cycle
Terminal Type	Screw Terminals
Screw Terminal Type	Cage Terminal
Connecting Capacity	Conductor 25 / 25 mm ² Flexible with Ferrule 0.75 ... 16 mm ² Flexible 0.75 ... 16 mm ² Rigid 0.75 ... 25 mm ² Stranded 0.75 ... 25 mm ²
Tightening Torque	2 N·m
Recommended Screw Driver	Pozidriv 2
Mounting on DIN Rail	TH35-7.5 (35 x 7.5 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715 TH35-15 (35 x 15 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715
Mounting Position	Any
Built-In Depth (t_2)	69 mm
Installation Size	acc. to DIN 43880 1
Power Supply Connection	Arbitrary

Environmental

Ambient Air Temperature	Operation -25 ... +55 °C Storage -40 ... +70 °C
Reference Ambient Air Temperature	30 °C
Resistance to Shock acc. to IEC 60068-2-27	25g / 2 shocks / 13 ms
Resistance to Vibrations acc. to IEC 60068-2-6	5g, 20 cycles at 5 ... 150 ... 5 Hz with load 0.8 In
Environmental Conditions	28 cycles with 55 °C / 90-96 % and 25 °C / 95-100 %
RoHS Status	Following EU Directive 2011/65/EU

Anexo 6. Ficha técnica contactor de mando Chint NC1-1810



NC1 Contactor, 9~95A

1. General

- 1.1 Certificates: CE, KEMA, VDE, EK, ESC, UK:SEPRO, GOST, RCC, UL;
- 1.2 Electric ratings: AC50/60Hz, 690V, up to 95A;
- 1.3 Application: remote making & breaking circuits; protect circuit from over-load when assembling with thermal over-load relay;
Frequent start-up and control of AC contactor;
- 1.4 Utilization category: AC-3, AC-4;
- 1.5 Altitude: ≤2000m;
- 1.6 Ambient temperature: -5°C — +40°C;
- 1.7 Mounting category: III
- 1.8 Mounting conditions:
inclination between the mounting plane and the vertical plane should not exceed ±5°
- 1.9 Standard: IEC/EN 60947-4-1



D-51 > >>

2. Type designation

NC1-□□□□-□

Z: DC coil Blank: AC coil

Number of contacts

- 10: 3 N/O main contacts+1 N/O auxiliary contact (9A,12A,18A,25A,32A)
- 01: 3 N/O main contacts+1 N/C auxiliary contact (9A,12A,18A,25A,32A)
- 11: 3 N/O main contacts+1 N/O and 1N/C auxiliary contact (40A,50A,65A,80A,95A)
- 04: 4 N/O main contacts (9A,12A,25A,40A,50A,65A,80A,95A)
- 08: 2 N/O and 2N/C main contacts (9A,12A,25A,40A,50A,65A,80A,95A)

Basic specification, expressed with the rated operational current (380V/400V, AC-3)

Design sequence No.

Contactor

Company code

4. Technical data

4.1 AC coil contactor

★ AC coil operation

Items	Model		NC1-09	NC1-12	NC1-18	NC1-25
	Frame		Frame 1 (3P, 4P)		Frame 2 (3P)	Frame 3 (3P, 4P)
						
Rated conventional heating current (A) AC-1			20	20	32	40
Rated operational current (A)	380/400V	AC-3	9	12	18	25
		AC-4	3.5	5	7.7	8.5
	660/690V	AC-3	6.6	8.9	12	18
		AC-4	1.5	2	3.8	4.4
Rated insulation voltage (V AC)			690	690	690	690
Power of controlled 3-phase cage motor (AC-3)	kW	220/230V AC	2.2	3	4	5.5
		380/400V AC	4	5.5	7.5	11
		660/690V AC	5.5	7.5	10	15
	hp	200V AC	3	5	7.5	7.5
		240V AC	3	5	7.5	10
		460V AC	5	7.5	10	15
	600V AC	5	7.5	10	15	
Operating frequency (operations/h)	Electrical	AC-3	1,200	1,200	1,200	1,200
		AC-4	300	300	300	300
	Mechanical	3,600	3,600	3,600	3,600	
Electrical life ($\times 10^6$ operations)	AC-3		1,000	1,000	1,000	1,000
	AC-4		200	200	200	200
Mechanical life ($\times 10^6$ operations)			10	10	10	10
Matched fuse type			RT16-20	RT16-20	RT16-32	RT16-40

Anexo 7. Ficha Técnica cable Indeco Freetox NH-80



Ficha Técnica



Color:	Rojo
Modelo:	10012980
Aplicacion:	Industrial/Construcción
Ancho:	0.3 mm
Profundidad:	100 mm
Marca:	INDECO
Recomendaciones:	Utilizar de acuerdo a las normas establecidas por el codigo de electricidad
Altura:	0.3 mm
Calibre:	2.5mm2
Peso:	32.5 g
Observaciones:	Cable por rollo de 100 metros
Advertencia:	No manipular sino cumple las condiciones minimas de Fabrica